



Universidad
del Atlántico

CÓDIGO: FOR-DO-109

VERSIÓN: 0

FECHA: 03/06/2020

**AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL
TEXTO COMPLETO**

Puerto Colombia, 27 de Julio de 2021

Señores

DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECAS

Universidad del Atlántico

Asunto: Autorización Trabajo de Grado

Cordial saludo,

Yo, **LINA MARGARITA ESCOBAR DELGADO**, identificado(a) con **C.C. No. 1.044.428.511** de **PUERTO COLOMBIA**, autor(a) del trabajo de grado titulado **BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL CHIVO CABEZÓN ARIOPSIS CANTERI (ACERO BETANCUR-R. & MARCENIUK, 2017) Y SU RELACIÓN CON ALGUNAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS DE LA CIÉNAGA DE MALLORQUIN, DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO COLOMBIA** presentado y aprobado en el año **2021** como requisito para optar al título Profesional de **BIÓLOGA**; autorizo al Departamento de Bibliotecas de la Universidad del Atlántico para que, con fines académicos, la producción académica, literaria, intelectual de la Universidad del Atlántico sea divulgada a nivel nacional e internacional a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios del Departamento de Bibliotecas de la Universidad del Atlántico pueden consultar el contenido de este trabajo de grado en la página Web institucional, en el Repositorio Digital y en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad del Atlántico.
- Permitir consulta, reproducción y citación a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD-ROM o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

Esto de conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Atentamente,

Firma 

LINA MARGARITA ESCOBAR DELGADO

C.C. No. 1.044.428.511 de PUERTO COLOMBIA

DECLARACIÓN DE AUSENCIA DE PLAGIO EN TRABAJO ACADÉMICO PARA GRADO

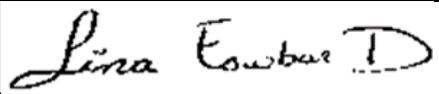
Este documento debe ser diligenciado de manera clara y completa, sin tachaduras o enmendaduras y las firmas consignadas deben corresponder al (los) autor (es) identificado en el mismo.

Puerto Colombia, **27 de Julio de 2021**

Una vez obtenido el visto bueno del director del trabajo y los evaluadores, presento al **Departamento de Bibliotecas** el resultado académico de mi formación profesional o posgradual. Asimismo, declaro y entiendo lo siguiente:

- El trabajo académico es original y se realizó sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, en consecuencia, la obra es de mi exclusiva autoría y detento la titularidad sobre la misma.
- Asumo total responsabilidad por el contenido del trabajo académico.
- Eximo a la Universidad del Atlántico, quien actúa como un tercero de buena fe, contra cualquier daño o perjuicio originado en la reclamación de los derechos de este documento, por parte de terceros.
- Las fuentes citadas han sido debidamente referenciadas en el mismo.
- El (los) autor (es) declara (n) que conoce (n) lo consignado en el trabajo académico debido a que contribuyeron en su elaboración y aprobaron esta versión adjunta.

Título del trabajo académico:	BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL CHIVO CABEZÓN ARIOPSIS CANTERI (ACERO BETANCUR-R. & MARCENIUK, 2017) Y SU RELACIÓN CON ALGUNAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS DE LA CIÉNAGA DE MALLORQUIN, DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO COLOMBIA
Programa académico:	BIOLOGÍA

Firma de Autor 1:							
Nombres y Apellidos:	LINA MARGARITA ESCOBAR DELGADO						
Documento de Identificación:	CC	X	CE		PA	Número:	1.044.428.511
Nacionalidad:					Lugar de residencia:		
Dirección de residencia:							
Teléfono:					Celular:		



FORMULARIO DESCRIPTIVO DEL TRABAJO DE GRADO

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO DE GRADO	BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL CHIVO CABEZÓN <i>ARIOPSIS CANTERI</i> (ACERO BETANCUR-R. & MARCENIUK, 2017) Y SU RELACIÓN CON ALGUNAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS DE LA CIÉNAGA DE MALLORQUIN, DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO COLOMBIA.
AUTOR(A) (ES)	LINA MARGARITA ESCOBAR DELGADO
DIRECTOR (A)	VERANA SILVIA BAYUELO ESPITIA
CO-DIRECTOR (A)	-
JURADOS	RICARDO GUTIÉRREZ DE AGUAS CARLOS GARCÍA ALZATE
TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE	BIÓLOGA
PROGRAMA	BIOLOGÍA
PREGRADO / POSTGRADO	PREGRADO
FACULTAD	CIENCIAS BÁSICAS
SEDE INSTITUCIONAL	SEDE NORTE
AÑO DE PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO	2021
NÚMERO DE PÁGINAS	101
TIPO DE ILUSTRACIONES	NO APLICA
MATERIAL ANEXO (VÍDEO, AUDIO, MULTIMEDIA O PRODUCCIÓN ELECTRÓNICA)	NO APLICA
PREMIO O RECONOMIENTO	NO APLICA



**BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL CHIVO CABEZÓN *Ariopsis canteri* (ACERO
BETANCUR-R. & MARCENIUK, 2017) Y SU RELACIÓN CON ALGUNAS
VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS DE LA CIÉNAGA DE MALLORQUIN,
DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO COLOMBIA**

Lina Margarita Escobar Delgado



**UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
BARRANQUILLA 2021**



**BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL CHIVO CABEZÓN *Ariopsis canteri* (ACERO
BETANCUR-R. & MARCENIUK, 2017) Y SU RELACIÓN CON ALGUNAS
VARIABLES FISICOQUÍMICAS DE LA CIÉNAGA DE MALLORQUIN
DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO COLOMBIA**

LINA MARGARITA ESCOBAR DELGADO

**Semillero ICTIOS
Grupo Interdisciplinario en Ciencias Marinas y Ambientales (GICMARA)**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Biólogo
(a).**

Directora

VERENA SILVIA BAYUELO ESPITIA

**MSc Zoología y Ecología
Grupo Interdisciplinario en Ciencias Marinas y Ambientales (GICMARA)**

**UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
BARRANQUILLA 2021**

NOTA DE APROBACIÓN

El trabajo de grado titulado “Biología reproductiva del chivo cabezón *Ariopsis canteri* (Acero, Betancur-r. & Marceniuk, 2017) y su relación con algunas variables fisicoquímicas de la Ciénaga de Mallorquín, Departamento del Atlántico Colombia” presentado por la estudiante Lina Margarita Escobar Delgado como requisito para optar al título de Bióloga, fue evaluado y calificado por los evaluadores como:

Directora

Jurados

DEDICATORIA

De manera especial a mis padres Beatriz Delgado Beleño y Alcides Escobar Molina por ser un pilar y por todos los esfuerzos realizados para que llegara a una educación de nivel superior.

A mi hermano Brayan Escobar por siempre estar ahí para mí.

A mi abuelo Alcides Escobar, por siempre alentarme a seguir adelante Q.E.P.D.

A mis abuelos Carmen y Amado que han sido parte de mi crecimiento como persona.

AGRADECIMIENTOS

A Dios porque sin el nada de esto sería posible, por sostenerme cada vez que me sentí decaer.

A mis padres Alcides Escobar Molina y Beatriz Delgado Beleño por acompañarme en los momentos que me sentí desfallecer, pero sus palabras y su fuerza me hicieron desistir de esa decisión.

A mi tutora, la MSc Verana Bayuelo Espitia, por su tiempo, apoyo, conocimiento y correcciones a la hora de realizar este proyecto, gracias por el afecto y ayuda para crecer como profesional.

A mis amigas por su ánimo y consejos en épocas de decaer, agradecida de haberlas encontrado en este camino.

Al Msc Rodian Fonseca, por la guía en los análisis estadísticos de los datos.

Al grupo GICMARA, por facilitarme los equipos necesarios para el procesamiento de las muestras biológicas.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo, evaluar la biología reproductiva de *Ariopsis canteri* y su relación con algunas variables fisicoquímicas en la Ciénaga de Mallorca; se realizaron nueve muestreos entre junio de 2018 y febrero de 2019; mensualmente los individuos fueron colectados con la ayuda de una atarraya con ojo de malla de (2 mm) y se realizaron medidas de las variables fisicoquímicas (pH, temperatura, oxígeno disuelto, salinidad y conductividad eléctrica) con la ayuda de un equipo multiparamétrico marca Hanna. A cada individuo se le determinó la longitud total (LT), longitud estándar (LS) y peso total (PT); se evaluaron aspectos morfométricos (relación talla-peso) y reproductivos (índice gonadosomático, hepatosomático y factor de condición K); se determinó el estado macroscópico y microscópico de las gónadas. La normalidad de los datos de las variables fisicoquímicas se estimó con el test de Shapiro-Wilk y para observar las diferencias significativas temporal y espacialmente se realizó un ANOVA en una sola vía y una vez se presentaron diferencias se aplicó un análisis de TUKEY. Para ver la asociación entre las variables fisicoquímicas y los índices reproductivos se utilizó un análisis de correspondencia canónica. Se capturaron un total de 123 individuos, de los cuales 73 (59%) fueron hembras y 50 (41%) machos; se observó una proporción sexual aproximada de 1:1; *A. canteri* presentó individuos en todas las fases de desarrollo gonadal, siendo el estado inmaduro (I) el más frecuente para ambos sexos y el estado maduro (V) el menos frecuente. La talla de inicio de madurez (TIM) para machos fue de 25,6 cm y hembras fue de 27,3 cm; la talla media de madurez (TMM) fue de 31,9 cm para hembras y 28,6 cm para sexos combinados; la especie presentó un tipo de crecimiento alométrico positivo $b > 3$ (3,14). La época reproductiva para *A. canteri* inició en el mes de septiembre hasta el mes de febrero, el índice reproductivo IGS para hembras se encontró asociado con las variables oxígeno disuelto, salinidad y conductividad mientras que el IGS, IHS y factor de condición K para machos con la variable pH; *A. canteri* constituye una especie de gran importancia ecológica y pesquera, realizando todo su ciclo reproductivo en la Ciénaga de Mallorca por lo cual se hace necesario revisar las tallas de captura y la época de veda, con el fin de conservar éste recurso íctico en el medio natural.

Palabras claves: Reproducción, talla media, talla mínima, proporción sexual y fecundidad.

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	MARCO TEORICO	3
2.1.	REPRODUCCIÓN	3
2.2.	SISTEMA REPRODUCTOR EN LOS PECES	3
2.2.1.	Testículos.....	3
2.2.2.	Ovarios	4
2.4.	DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE	7
2.4.1.	Distribución y hábitat	9
2.4.2.	Alimentación	10
3.	ANTECEDENTES	11
4.	OBJETIVOS.....	17
4.1.	Objetivo general	17
4.2.	Objetivo específicos	17
5.	MATERIALES Y METODOS.....	18
5.1.	ÁREA DE ESTUDIO.....	18
5.1.1.	Ictiofauna.....	19
5.1.2.	Vegetación.....	19
5.2.	FASE DE CAMPO.....	19
5.2.1.	Variables físico-químicas	20
5.3.	FASE DE LABORATORIO	23
5.3.1.	Biometría	23
5.3.2.	Gónadas	23
5.3.3.	Histología	23
5.3.4.	Fecundidad	24
5.4.	PROCESAMIENTO DE DATOS.....	24

5.4.1. ASPECTOS REPRODUCTIVOS	24
5.4.1.1. Escala de madurez sexual.....	24
5.4.1.2. Análisis de regresión entre las variables morfométricas	24
5.4.1.3. Proporción de sexos	25
5.4.1.4. Índices	25
5.4.1.4.1. Índice gonadosomático (IGS).....	25
5.4.1.4.2. Índice hepatosomático (IHS).....	26
5.4.1.5. Factor de condición (K).....	26
5.4.1.6. Fecundidad	27
5.4.1.7. Talla de inicio de maduración (TIM).....	27
5.4.1.8. Talla Media de madurez (TMM).....	27
5.4.2. VARIABLES FISICOQUÍMICAS	28
5.4.3. RELACIÓN DE LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS CON INDICES REPRODUCCIÓN	29
6. RESULTADOS	30
6.1. ANÁLISIS DE LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS	30
6.1.1. Temperatura.....	30
6.1.2. Profundidad	30
6.1.3. Salinidad	31
6.1.4. Oxígeno disuelto.....	32
6.1.5. pH	33
6.1.6. Conductividad eléctrica	34
6.2. REPRODUCCIÓN	34
6.2.1. Comportamiento de las variables morfométricas	35
6.2.2. Relaciones y correlaciones.....	36
6.2.2.1. Longitud total (Lt) vs peso total (Pt).....	36
6.2.2.2. Longitud estándar (Ls) vs peso total (Pt)	37
6.2.2.3. Longitud estándar (Ls) Vs peso de las gónadas (po)	38

6.2.2.4.	Longitud estándar (Ls) Vs peso de los testículos (pt)	39
6.2.2.5.	Peso total (Pt) Vs peso gónada (Po).....	39
6.2.2.6.	Peso total (Pt) Vs peso de los testículos (pt)	40
6.2.3.	Proporción sexual	41
6.2.3.1.	Clase de tallas.....	43
6.2.4.	Índices gonadosomático (IGS) y hepatosomático (IHS)	43
6.2.4.1.	Factor de condición K	46
6.2.5.	Tallas de madurez sexual.....	47
6.2.6.	Fecundidad	49
6.2.6.1.	Diámetro de los ovocitos maduros.....	50
6.2.7.	Comportamiento de los estados de desarrollo gonadal	51
6.2.8.	Morfología de las gónadas de <i>Ariopsis canteri</i>	53
6.2.8.1.	Morfología de los ovarios	53
6.2.8.2.	Escala macroscópica de la maduración gonadal del ovario de <i>A. canteri</i>	54
6.2.8.3.	Morfología de los testículos de <i>Ariopsis canteri</i>	56
6.2.9.	Descripción histológica de las gónadas de <i>Ariopsis canteri</i>	59
6.2.9.7.	Comportamiento de los estados microscópicos de madurez sexual de <i>Ariopsis canteri</i>	63
6.2.10.	Escala microscópica de los testículos de <i>A. canteri</i>	65
6.3.	RELACIÓN DE LOS ÍNDICES REPRODUCTIVOS CON LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS	68
7.	DISCUSIÓN	70
8.	CONCLUSIONES.....	85
9.	RECOMENDACIONES	87
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	88
11.	ANEXOS.....	98

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 : Ejemplar de Chivo Cabezón (<i>Ariopsis canteri</i>).....	7
Figura 2: Ciénaga de Mallorquín y la ubicación de las estaciones, denominadas: E1. Arroyo de león; E2. La barra; E3. El pozo; E4. Las flores; E5. Centro y E6. La playa.....	18
Figura 3: Curva de precipitación multianual 2018-2019, datos tomados de la estación Ernesto Cortissoz/ Barranquilla.....	20
Figura 4: Captura de los ejemplares de <i>A. canteri</i> , con atarraya en la Ciénaga de Mallorquín.....	21
Figura 5: Toma de las variables fisicoquímicas de la CM. A. Multiparámetro, B. momento de la toma de las variables fisicoquímicas, C. vara patronada utilizada para la medición del nivel del agua.....	22
Figura 6: Análisis espacial (A) y temporal (B) de la temperatura superficial del agua en la Ciénaga de Mallorquín.....	30
Figura 7: Análisis espacial (A) y temporal (B) de la profundidad de la Ciénaga de Mallorquín.....	31
Figura 8: Análisis espacial (A) y temporal (B) de la salinidad de la Ciénaga de Mallorquín.....	32
Figura 9: Análisis espacial (A) y temporal (B) del oxígeno disuelto de la Ciénaga de Mallorquín.....	33
Figura 10: Análisis espacial (A) y temporal (B) del pH de la Ciénaga de Mallorquín.....	33
Figura 11: Análisis espacial (A) y temporal (B) de conductividad eléctrica de la Ciénaga de Mallorquín.....	34
Figura 12: Número de ejemplares capturados de <i>Ariopsis canteri</i> por meses en la Ciénaga de Mallorquín.....	35
Figura 13: Longitud total (LT) promedio de <i>A. canteri</i> en los meses de muestreo de la Ciénaga de Mallorquín.....	36
Figura 14: Relación entre la longitud total (cm) y el peso total en gramos (g) de hembras y machos del chivo cabezón <i>A. canteri</i> en la Ciénaga de Mallorquín.....	37
Figura 15: Relación entre la longitud estándar (cm) y el peso total (g) del chivo cabezón <i>A. canteri</i> en la Ciénaga de Mallorquín.....	38
Figura 16: Relación lineal entre la longitud estándar (cm) y el peso de los ovarios (g) del chivo cabezón <i>A. canteri</i> en la Ciénaga de Mallorquín.....	38
Figura 17: Relación lineal entre la longitud estándar (cm) y el peso de los testículos (g) del chivo cabezón <i>A. canteri</i> en la Ciénaga de Mallorquín.....	39
Figura 18: Relación lineal entre el peso total (g) y el peso de los ovarios en gramos (g) del chivo cabezón <i>A. canteri</i> en la Ciénaga de Mallorquín.....	40
Figura 19: Relación lineal entre el peso total (g) y el peso de los testículos (g) del chivo cabezón <i>A. canteri</i> en la Ciénaga de Mallorquín.....	40
Figura 20: Proporción sexual global de <i>A. canteri</i> en la Ciénaga de Mallorquín.....	41

Figura 21: Proporción sexual global en el tiempo de <i>A. canteri</i> en la Ciénaga de Mallorca	42
Figura 22: proporción sexual de machos y hembras de <i>A. canteri</i> por clase de tallas.	43
Figura 23: Variación mensual del Índice Gonadosomático (IGS), e índice hepatosomático de las hembras de <i>A. canteri</i> .	44
Figura 24: Variación mensual del Índice Gonadosomático (IGS), e índice hepatosomático de los machos de <i>A. canteri</i> .	45
Figura 25: Variación temporal del factor de condición (K), para hembras y machos de <i>A. canteri</i> en la Ciénaga de Mallorca.	47
Figura 26: Talla media de madurez sexual de las hembras de la población de <i>A. canteri</i> . Frecuencia relativa observada (Puntos negros), frecuencia relativa esperada (Línea continua).	48
Figura 27: Talla media de madurez de sexos combinados de la población de <i>A. canteri</i> . Frecuencia relativa observada (Puntos negros), frecuencia relativa esperada (Línea continua).	48
Figura 28: A. Variación de la fecundidad obtenida en función a la talla, B. Variación de la fecundidad obtenida en función al peso total de <i>Ariopsis canteri</i> .	50
Figura 29: Frecuencia de diámetros de ovocitos de <i>A. canteri</i> en la Ciénaga de Mallorca.	50
Figura 30: Estados macroscópicos para las hembras de <i>A. canteri</i> en la Ciénaga de Mallorca.	51
Figura 31: Estados macroscópicos para los machos de <i>A. canteri</i> en la Ciénaga de Mallorca.	52
Figura 32: Vista macroscópica de la posición de las gónadas (g) de <i>A. canteri</i> .	53
Figura 33: Corte longitudinal de un ovario inmaduro, A. se pueden observar las lamelas ovígeras (LO); epitelio germinal (EG); B.C Ovocito cromatina nucléolo Núcleo (N); Nucléolo (n); Capa de célula foliculares (CCF).	61
Figura 34: corte transversal de un ovario en inicio de maduración; Ovocito perinuclear, Núcleo (N); Nucléolo(n); capa de células foliculares (CCF); Fibras musculares (FM).	62
Figura 35: Ovocito Alveolo cortical; Núcleo (N); Nucléolo (n); Capa de células foliculares (CF).	62
Figura 36: A. Ovocito Vitelogénico B. Capa de células foliculares (CF); Membrana pelucida (MP); La teca (T).	62
Figura 37: Ovocito maduro Núcleo(N); Capa de células foliculares (CF); Nucléolos (n).	63
Figura 38: Folículos pos-ovulatorios, capa de células foliculares (CF); La Teca (LT).	63
Figura 39: Histograma de frecuencia de los estados microscópicos de los ovarios de <i>A. canteri</i> .	64
Figura 40: Dinámica del proceso de desarrollo gonadal femenino. Se muestran valores promedios (D.E) de los diferentes tipos de célula presentes en los estados de madurez de <i>A. canteri</i> .	65

Figura 41: Corte longitudinal de testículos de <i>Ariopsis canteri</i> ; en el que se señalan las Espermogonias (ES); Túbulos seminíferos (TS); Capilares (C) y Fibras musculares (FM).	67
Figura 42: Corte longitudinal de testículos de <i>Ariopsis canteri</i> ; en el que se señalan Los Espermocitos primarios (EP1); Túbulos seminíferos (TS); Capilares (C) y Fibras musculares (FM).	67
Figura 43: Corte longitudinal de testículos de <i>Ariopsis canteri</i> ; en el que se señalan Los Espermocitos secundarios (EP2); Túbulos seminíferos (TS); Capilares (C) y Fibras musculares (FM).	67
Figura 44: Corte longitudinal de testículos de <i>Ariopsis canteri</i> ; en el que se señalan Las espermátidas tempranas (ET); Túbulos seminíferos y Fibras musculares (FM).	67
Figura 45: Corte longitudinal de testículos de <i>Ariopsis canteri</i> ; en el que se señalan las espermátidas tardías (ETa) y Túbulos seminíferos (TS).	68
Figura 46: Corte longitudinal de testículos de <i>Ariopsis canteri</i> ; en el que se señalan los espermatozoides (Z); A. espermatozoides en el centro de los túbulos seminíferos, cola de los espermatozoides (Cl); B. espermatozoides cubriendo todo el túbulo seminífero (Z), cabeza de los espermatozoides (Cb).	68
Figura 47: Analisis de correspondencia canónica (ACC) entre las variables fisicoquímicas y los índices reproductivos para ambos sexos.	69

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Estación de muestreo de la Ciénaga de Mallorca y coordenadas:	20
Tabla 2: Promedio de datos morfométricos de los individuos de <i>A. canteri</i> , de la Ciénaga de Mallorca.	35
Tabla 3: Proporción sexual por meses de <i>A. canteri</i> , captura en la Ciénaga Mallorca....	42
Tabla 4: Escala macroscópica de la hembras de <i>Ariopsis canteri</i>	54
Tabla 5: Escala macroscópico de <i>A. canteri</i> para machos.....	56

1. INTRODUCCIÓN

Las lagunas costeras estuarinas, son sistemas que presentan una salinidad intermedia y una alta productividad tanto primaria como secundaria, debido a la entrada de nutrientes y otros elementos aportados por los sistemas acuáticos marinos y dulciacuícolas (Marin-Zambrana, 2000), dentro de este complejo lagunar se encuentra la Ciénaga de Mallorquín (CM), única laguna costera que presenta características estuarinas en el Departamento del Atlántico (Barrios & Luna , 2012; Mangones-Cervantes & Luna , 2014).

Actualmente este sistema presenta procesos de contaminación en los componentes de agua suelo y biotas; se han identificado como fuente de contaminación los asentamientos humanos en sus orillas como el corregimiento de la Playa y el Barrio Amarillo ubicado en las Flores que no cuenta con manejo de aguas residuales, otra fuentes son las de carácter no domestico como los aportes de agua dulce que llegan a la cienaga traen consigo una alta carga sedimentaria proveiente de la actividad industrial de la ciudad, también los lixiviados que provienen del antiguo botadero de basura de Barranquilla (Leon & Padilla, 2008; Barrios & Luna , 2012).

A pesar de los múltiples problemas de contaminación que presenta este ecosistema, continua representando un importante recurso para los pescadores y comerciantes de la zona, en ella se albergan un gran número de especies ícticas dentro de las que se destaca *Ariopsis canteri* comúnmente conocido como chivo cabezón (Arrieta & De la Rosa, 2003).

A. canteri, es endémica de las costas caribeñas Colombinas, se caracteriza por ser una especie de hábitos costeros y con preferencias bentónicas (Marceniunk *et al.* 2017), es considerada una especie carnívora, los juveniles tienen una preferencia por presas de copépodos y los individuos adultos tienen una preferencia por crustáceos anomuros y camarones (Santos, 1998; Pardo *et al.* 2003; Sandoval *et al.*, 2014).

Esta especie es pescada de forma artesanal en la Ciénaga de Mallorquín sin ningún tipo de restricción, siendo empleada para el consumo y comercialización de los pobladores ribereños. El chivo cabezón se encuentra en el libro rojo de peces marinos de Colombia en

la categoría de En Peligro (EP), debido a la constante captura de la especie por debajo de la talla de madurez mínima legal, esta situación amenaza con la reducción del tamaño de la población en muchas ciénagas y lagunas costeras en donde se encuentra reportada. Otra de las principales amenazas que presenta esta especie es la destrucción del hábitat de las ciénagas y lagunas costeras del Caribe Colombiano, debido a que estos ecosistemas sufren fuertes procesos de deterioro (Acero *et al.* 2017).

Uno de los aspectos de vital importancia para obtener conocimiento acerca de la dinámica de los peces lo constituye la biología reproductiva, la cual puede verse afectada por las variables fisicoquímicas como la temperatura superficial del agua, la salinidad, el pH y el oxígeno disuelto, debido a que estas influyen sobre la maduración y regresión gonadal. Un ejemplo de ello son las acidificaciones de las aguas superficiales, que en ocasiones causan estrés hídrico y pueden ocasionar peligro en la vitelogenénesis e incluso podría influenciar en la insuficiencia del desove (Bond, 1979, Comish & Smit, 1995)

El tener claridad en cuanto a los aspectos reproductivos, juega un papel determinante en el conocimiento de las fluctuaciones de la abundancia de las poblaciones, puesto que éstos inciden directamente en los procesos de reclutamiento y en el potencial reproductivo de cada especie (Saborido-Rey, 2004).

Debido al estado en que se encuentra la Ciénaga de Mallorquín, la variación temporal de las variables fisicoquímicas, podrían estar influenciando sobre las estrategias reproductivas de la especie. Por lo cual se hace necesario entender si hay relación entre la biología reproductiva de *A. canteri* y el estado actual de la CM.

En el presente trabajo se brinda información sobre aspectos reproductivos de la especie *A. canteri* y su relación con algunas variables fisicoquímicas de la CM con la finalidad de elaborar estrategias de conservación para la especie. Por lo cual es necesario responder la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el efecto de las variables fisicoquímicas sobre la biología reproductiva del “Chivo Cabezón” *Ariopsis canteri* en la Ciénaga de Mallorquín (Departamento del Atlántico)?.

2. MARCO TEORICO

2.1. REPRODUCCIÓN

La reproducción es un proceso por el cual las especies pueden perpetuarse y en combinación con los cambios genéticos permiten la aparición de características propias de nuevas especies (Lagler *et al.* 1962). En los peces, este es un proceso multifactorial que envuelve la interacción de factores ambientales, neuronales, sociales, endocrinos y nutricionales; siendo el endocrino uno de los principales agentes que asociado con el sistema nervioso actúan para que se lleve a cabo la reproducción (Criscuolo, 2005).

2.2. SISTEMA REPRODUCTOR EN LOS PECES

Las gónadas son las encargadas de la producción de gametos y de las hormonas endocrinas en los peces, son conductos pequeños que se extienden desde el extremo posterior hasta el poro genital. El ovario y los testículos embriológicamente presentan diferentes orígenes, estos se forman a partir de dos proliferaciones celulares embrionarias que son diferentes, pero están estrechamente ligadas, la proliferación córtex será la que dará lugar a los ovarios y la médula dará lugar a los testículos. Las gónadas están constituidas por dos tipos de células, las germinales que corresponden a los espermatozoides en los machos y a los ovocitos en las hembras; y las células somáticas como son las células de Leydig y Sertoli en los machos y las células foliculares en las hembras (Saborido-Rey, 2004).

2.2.1. Testículos

Son órganos pares, internos alargados aplanados y suspendidos en la cavidad celómica por mesenterios llamados mesorquios. Existen dos tipos de estructura testicular: **tubular** posee una cavidad central desde la que irradian túbulos hacia la periferia, las espermatogonias primarias de este tipo de estructura están situadas en el ápex o extremo ciego de los túbulos; el tipo **lobular** es el más común entre los teleósteos este consiste en lóbulos ramificados y anostomados entre si donde se encuentra los espermatozoos que son las unidades funcionales estructurales del testículos donde tiene lugar la espermatogénesis (Lagle *et al.* 1962; Zanuy *et al.* 2009).

El tamaño y el color varía de acuerdo al estado de madurez sexual, presentándose de color blanquecino lechoso, de contenido flocular y peso igual al 12% del peso corporal del pez, sobre todo cuando están maduros. En chondrichthyes, los espermatozoides de un testículo abre su camino hacia el exterior por la parte anterior del órgano, primero a través de pequeños túbulos espiralados que en consecuencia llegaran al conducto espermático hasta un órgano de almacenaje temporal de paredes gruesas luego pasan al seno urogenital para finalmente llegar a la papila y poro genital (Olivia *et al*, 1985). Una vez estos son liberados al medio acuoso deben responder a condiciones fisicoquímicas como cambios en la presión osmótica balance iónico y pH (Cosson *et al*.1999).

2.2.2. Ovarios

Son órganos pares tubulares, aunque en algunas especies se encuentran fusionados formando un solo órgano, estos se encuentran suspendidos de lo alto de ambos lados de la cavidad del cuerpo por un par de mesenterios y están típicamente situado por debajo de los riñones y de la vejiga natatoria, el color de estos varían según el estado de madurez, presentándose un color blanquecino a verdoso cuando están inmaduros y un color amarillo-oro y con numerosos vasos sanguíneos cuando están maduros (Olivia *et al*, 1985).

En los teleósteos en el proceso de maduración de los ovarios se dan diversos cambios a nivel del núcleo, citoplasma y membrana que rodean el ovocito conocido como la ovogénesis (Hirt & Flores , 1892). La ovogénesis es la transformación de las ovogonias en ovocitos, las ovogonias dispersas en el ovario empiezan la primera división meiótica, pero quedan detenidas en el diploteno de la primera profase, estos ovocitos primarios comienzas un largo periodo de crecimiento, en el cual se pueden distinguir dos estadios: la fase previtelogénica en donde los ovocitos aumentan de tamaño mediante un crecimiento del citoplasma y la fase de la vitelogenia, en el cual los nutrientes de reserva para el embrión son depositados en el ovocito (Zanuy & Carrillo , 1991; Moreno-Nuñez, 2012).

El desarrollo de los ovocitos en los ovarios de los peces teleósteos ha sido clasificado en tres tipos: **Ovarios sincrónicos**, en los cuales todos los ovocitos se desarrollan y ovulan al unísono y no hay reposición de ovocitos más tempranos en desarrollo. Estos ovarios generalmente se encuentran en especies que solo tienen una puesta en el año y posterior a

esto mueren. Los **ovarios sincrónicos por grupos** son en los que se presentan por lo menos dos poblaciones de ovocitos de tamaños diferentes, uno de ellos generalmente el más número es sincrónico y más homogéneo, el otro es más pequeño y está compuesto por ovocitos más jóvenes. Por ultimo está el **ovario asíncrono** en el cual se pueden encontrar ovocitos en todos los estados de desarrollo (Wallce & Selman , 1981).

2.3. INFLUENCIA DE LOS FACTORES AMBIENTALES EN LA REPRODUCCIÓN DE LOS PECES

El éxito reproductivo de los peces va a depender de cómo y dónde se reproducen, cada individuo tiene un conjunto de rangos reproductivos los cuales van a estar determinados por sus genotipos, estos rasgos pueden ser plásticos mostrando variación, pero otros pueden ser inflexibles mostrando poca variación, de esta manera el medio ambiente en donde el organismo se desarrolle determinara la expresión del rango. Para maximizar este éxito reproductivo el individuo debe repartir sus recursos energéticos adecuadamente y además debe procurar que su descendencia nazca en las mejores condiciones (Saborido-Rey, 2004).

En los teleósteos el crecimiento y maduración de las gónadas, depende de la combinación de los factores ambientales y cambios fisicoquímicos como la temperatura, turbidez, oxígeno disuelto, la estacionalidad, salinidad, el pH, la conductividad eléctrica, el fotoperiodo y la disponibilidad de alimentos (Lluch *et al*, 2007; Sloman , 2011).

La recepción de los estímulos ambientales es percibido por sistemas sensoriales, los cuáles serán transformados en impulsos nerviosos captados por dos zonas del cerebro implicadas en la reproducción: el hipotálamo y área pre óptica. Allí se produce el factor liberador de gonadotropinas (GnRH), existen dos tipos de hormonas gonadotropinas producidas y secretadas por parte de las células gonadotropinas de la hipófisis: La GtH I o hormona folículo estimulante FSH y la GtH II o hormona luteinizante LH, ambas son secretadas al torrente sanguíneo llegan a las gónadas estimulando a través de receptores específicos la producción de esteroides sexuales en los peces (Swanson *et al*. 2003; Criscuolo, 2005; Muñoz- Cueto, 2009).

Los aspectos reproductivos se van a ver afectados por dos tipos de factores, los factores próximos y los factores terminales.

Los factores próximos son los encargados de los ciclos anuales de las especies afectando a sus procesos biológicos dentro de los factores que se podrían considerar como próximos, el fotoperiodo es el más importante y en general se considera que es el determinante principal en el proceso de maduración de las gónadas; se estima que este factor es la señal ambiental más fiable para los ajustes diarios o estacionales de las funciones biológicas debido a que esta señal está libre de ruido ambiental permaneciendo constante a través de los años y refleja estacionalidad (Moyle & Cech, 1988; Carrillo et al, 2009).

Los factores últimos son aquellos que van a desencadenar la liberación de los gametos, la temperatura y la disponibilidad de alimentos son consideradas factores últimos, debido a que condicionan la época del año en que tiene que reproducirse el animal, otros factores últimos pueden ser la presencia de depredadores, la competencia; Las actividades estacionales dirigidas por los factores próximos, no pueden iniciarse a la vez que aquellas controladas por los factores últimos (Moyle & Cech, 1988; Carrillo et al, 2009).

Factores como el fotoperiodo y la temperatura son determinantes para la regulación de la reproducción en peces de regiones templadas, las puestas en este tipo de latitudes van a coincidir con temperaturas bajas y fotoperiodos cortos (Criscuolo, 2005; Carrillo *et al*, 2009). Para el caso de peces de aguas cálidas, la temperatura es el factor predominante, aunque el fotoperiodo podría estar modulando la gametogénesis; el desove en una especie de esta región fue estimulado por el aumento de la temperatura, mientras que la disminución de esta variable inhibió el desarrollo gonadal (Horvath , 1986). En un estudio realizado a una especie tropical y subtropical que refleja bien los efectos del ambiente en el desarrollo gonadal, se observó que donde se presentaron temperaturas bajas este proceso se extendió y en las épocas frías la gametogénesis es bloqueada (Hepher & Pruginin, 1982).

En las regiones tropicales la estacionalidad climática, parecen ser determinantes para el inicio de maduración, debido a que cuando se presentan las épocas de lluvia se aumentan los niveles de agua de los afluentes y depósitos naturales, esto facilita el desplazamiento migratorio de los peces reproductores los cuales responden a los cambios ambientales invernales tales como temperatura, dureza y conductividad eléctrica para reproducirse; por otra parte en este momento también le ofrece áreas favorables para el crecimiento de los

huevos y los alevines con la ausencia de depredadores y una disponibilidad de nutrientes (Machado-Allison, 1987; Criscuolo, 2005; Carrillo *et al*, 2009).

Como se había mencionado antes, la calidad del agua tiene un efecto sobre los eventos reproductivos de los peces, uno de estos aspectos es el desove el cual se ve influenciado por variables fisicoquímicas como el pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto. En estudios realizados en especies tropicales se ha observado que el desove se da cuando se presenta un pH de 5.5-6.5, un descenso en los valores de conductividad eléctrica (CE) y un aumento en el oxígeno disuelto, lo que puede mostrar que la combinación de estas variables desencadenan el proceso de maduración final (Chapman *et al*, 1998; Collazos & Aras-Catellanos, 2009; Kucharczyk *et al*, 2010; García *et al*, 2014).

El pH es un factor importante a tener en cuenta debido a que es un indicador de la contaminación del agua, esto podría generar estrés ácido colocando en peligro el proceso de vitelogénesis e incluso podría influenciar en la insuficiencia del desove, estos efectos pueden estar relacionados con un trastorno en el metabolismo del calcio y para una deposición defectuosa de proteínas de la yema en el desarrollo de los ovocitos; colocando en peligro la actividad reproductiva de los peces (Fromm P. , 1980; Comish & Smit , 1995).

2.4. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE



Figura 1 : Ejemplar de Chivo Cabezón (*Ariopsis canteri*).

El orden Siluriformes se caracteriza principalmente por la ausencia de escamas sobre todo su cuerpo, para su protección algunos llevan corazas óseas dérmicas y otros desarrollan órganos eléctricos. Presentan un número variable de barbillas en toda la boca en general tienen un par

maxilar y dos pares mentonianos, muchas especies tienen una espina fuerte y punzante en el primer radio de la aleta y las pectorales (Maldonado *et al*, 2005).

La mayor parte de las familias pertenecientes a este orden son de agua dulce y solo dos de ellas se encuentran bien representadas en el mar. La familia Plasmomidae en el océano Índico y el Pacífico occidental, Ariidae se distribuye en las regiones tropicales y subtropicales de los océanos Atlántico, Índico y Pacífico habitando principalmente estuarios lagunas y ríos costeros (Lopez Sánchez, 1969; Taylor, 1986, Nelson, 1994).

Ariidae es una de las familias con más controversia dentro del orden Siluriformes, debido a que sus especies presentan un alto grado de similitud en su apariencia externa, algunos investigadores han venido realizando estudios filogenéticos, morfológicos y moleculares con resultados que han traído consigo esquemas más claros de su clasificación.

Dentro de la familia Ariidae se encuentra el género *Ariopsis*, actualmente existen un total de 18 especies nominales pero solo cinco están en la lista de verificación actual (Kailola & Bussing , 1995; Marceniuk & Ferraris , 2003; Marceniuk *et al*, 2017). La especie llamada comúnmente Chivo Cabezón es la que más problemas ha presentado dentro del género, fue nombrada erróneamente durante los últimos 25 años en muchas investigaciones como *Galeichthys bonillai* Miles, 1945 y *Ariopsis bonillai* (Miles, 1945), siendo este el nombre válido de un árido dulceacuícola del Río Magdalena (Acero & Betancur , 2006).

Ariopsis canteri Acero, Betancur-R & Marceniuk (2017) presenta una cabeza moderadamente larga, ancha y alta especialmente deprimida en el área frontal y etmoidal lateral, un perfil elevado posteriormente, hocico redondeado y moderadamente largo, la fosa nasal anterior redondeada con borde carnoso y la fosa nasal posterior cubierta por un colgajo de piel las cuales se encuentran moderadamente distante entre sí y a la órbita no se encuentran conectadas por un surco carnoso, la posición de los ojos es lateral muy separados uno del otro y relativamente grandes.

Tres pares de barbillones teretiformes largos, los barbillones maxilares sobrepasan o no la porción membranosa del opérculo, los barbillones mentales laterales y mesiales no alcanzan el margen posterior de la membrana branquial. Presenta un escudo cefálico expuesto moderadamente ancho y largo, con granulación gruesa que forma patrones distintos desde el

ojo hasta el proceso parietosupraoccipital, placa nuczal en forma de media luna, visiblemente granulada dorsalmente, moderadamente larga y estrecha. Boca subterminal, moderadamente grande, con labios moderadamente gruesos y mandíbula inferior arqueada.

Cuerpo significativamente más ancho que su altura en el área de la cintura escapular, comprimido progresivamente desde el pedúnculo pectoral al caudal, aplanado ventralmente desde la cintura escapular hasta el origen anal. Línea lateral que se inclina ventralmente en un tercio anterior, extendiéndose posteriormente al pedúnculo caudal, inclinándose abruptamente sobre el lóbulo dorsal presenta una espina dorsal relativamente corta y gruesa, más corta que la espina pectoral; margen anterior granulado en dos tercios basales, con aserraciones débiles en el tercio distal; margen posterior liso en tercio basal.

Siete radios blandos de la aleta dorsal. Espina pectoral moderadamente larga y gruesa; dos tercios del margen anterior débilmente granulados, con aserraciones débiles en el tercio distal; margen posterior recto en un cuarto basal, tres cuartos distales con serias conspicuas. De nueve a 11 radios blandos pectorales. Aleta pélvica profunda y grande en la base, con seis radios y protuberancias carnosas bien desarrolladas en hembras adultas. Aleta adiposa baja; su base es moderadamente larga pero más corta que la base de la aleta anal. Aleta anal corta y moderadamente larga en base, con 18 a 22 radios y perfil ventral casi recto. Pedúnculo caudal moderadamente alto. Aleta caudal bifurcada, lóbulos dorsales y ventrales relativamente cortos; lóbulo dorsal algo más largo que el lóbulo ventral, posteriormente puntiagudo (Marceniuk *et al* 2017)

2.4.1. Distribución y hábitat

La especie *Ariopsis canteri* es endémica de la costa caribeña de Colombia, ha sido registrada para la Ciénaga Grande de Santa Marta, la Ciénaga de la Virgen, la Ciénaga Ostional, bahía Cispata en el golpe de Morrosquillo y para la Guajira en bahía Portete. La especie es considerada de hábitos costeros y con preferencias bentónicas, encontrándose en aguas turbias dulces y salobres siendo su habitat fondos fangosos de lagunas costeras la parte baja de los ríos estuarios ciénagas y zonas de manglar (Marceniuk *et al* 2017).

2.4.2. Alimentación

Es una especie carnívora que se caracteriza por la preferencia de invertebrados bentónicos como crustáceos y poliquetos incluyendo en su dieta también a insectos, peces, algas y detritos; los individuos de tallas pequeñas tienen una preferencia por presas de copépodos y los individuos de tallas más grandes tienen una preferencia por crustáceos anomuros y camarones.

Algunos trabajos han estudiado la dieta de estos individuos concluyendo que el chivo cabezón cambia su dieta de acuerdo a sus cambios ontogénicos, los peces pequeños presentan tendencia a ser consumidores especialistas, mientras que los peces de tallas grandes presentan tendencia a ser consumidores generalistas (Santos, 1998; Pardo *et al.* 2003; Sandoval *et al.*, 2014).

3. ANTECEDENTES

La familia Ariidae es una de las más importantes en América tropical y subtropical, debido al amplio número de especies y abundancia en la zona costera y estuarios donde habitan. Diferentes investigaciones existen sobre la familia, muchos autores han hecho énfasis en algunos aspectos reproductivo, en países como México, Brasil y Costa Rica.

En el sur de Brasil las especies de la familia Ariidae son consideradas un recurso importante en la pesca artesanal, en una investigación realizada en la bahía de Sepetiba por Gómez y Araujo (2002), se estudió la biología reproductiva de las especies *Sciadeichys luniscutis* y *Genidens genidens*, se examinaron un total de 162 y 143 individuos respectivamente. el IGS más alto se registró para *S. luniscutis* en el mes de octubre y para *G. genidens* en el mes de enero, para la obtención de la fecundidad de *S. luniscutis* fueron examinadas un total de 30 hembras, presentando valores máximos, mínimos y medios de 38, 14 y 26 ovocitos maduros respectivamente y para *G. genidens* fueron examinadas 22 hembras, presentando valores máximos, mínimos y medios de 24, 6 y 22 ovocitos maduros respectivamente.

En un estudio realizado en el Sureste del Golfo de California donde se estimó el periodo de reproducción de *Bagre panamensis* con ayuda de los índices gonadosomático, hepatosomático y el factor de condición, las muestras de estos ejemplares fueron obtenidas mensualmente de la pesca comercial con diferentes artes de pesca como palangres, redes de enmalle y redes de arrastre camarónicas, fueron recolectados un total de 346 ejemplares de los cuales 182 fueron hembras y 164 machos, se encontró que las longitud total y peso no mostraron diferencias entre sexos, la proporción sexual no fue diferente a la esperada (1:1) en cuanto al tipo de crecimiento de la especie presentó un tipo de crecimiento alométrico positivo; la especie presentó un periodo reproductivo desde el mes de mayo hasta agosto. El factor de condición relativo (K), presentó un valor similar para ambos sexos (Zabaleta-Leal *et al.* 2019).

En el Golfo de Nicoya el cual se encuentra en Costa Rica se estudiaron algunos aspectos de la biología reproductiva de cinco especies de la familia Ariidae, (*Ariopsis seemanni*, *Arius dovi*, *Arius osculus*, *Cathorops tuya* y *Cathorops steindachneri*) las cuales son consideradas unas de las más importantes en la pesca artesanal, los ejemplares de estas especies fueron

colectadas con una red de chinchorro (25x1.80) y trasmallo. *A. seemanni* fue la especie con mayor número de individuos con un total de 201 presentando dos periodos de reproducción uno en mayo y otro en noviembre, las hembras de esta especie presentaron una protuberancia carnosa en la base de la aleta anal y una fecundidad entre 9 y 25 ovocitos en cada gónada y los machos una deformación en la cavidad bucal.

En el caso de *Arius osculus*, el número de individuos fue de 39, el pico reproductivo de esta especie posiblemente fue en el mes de abril debido a que en este mes se presentaron machos con larvas en la boca y hembras con avanzado estado de madurez presentando una fecundidad entre 11 y 22 ovocitos maduros en cada gónada.

De *Cathorops tuyra* fueron capturados 60 ejemplares únicamente en época lluviosa presentó un pico de reproducción en el mes de mayo, las hembras mostraron una fecundación entre 10 y 20 ovocitos maduros en cada gónada, los machos presentaron una deformación craneal y retenían entre 11 y 18 larvas. Mientras que en el caso de *Cathorops steindachneri*, se obtuvieron un total de 73 individuos un posible pico de desove durante mayo, las hembras tienen una fecundidad de entre 10 y 16 ovocitos maduros. Para el caso de *Arius dovii* fue la especie con menor abundancia con un total de 14 individuos, esta especie mostro una posible época de desove entre los meses de abril y octubre, la fecundidad de las hembras oscila entre 11 y 19 ovocitos maduros en cada gónada y los machos retienen entre 11 y 25 larvas (Rojas *et al*, 1994).

En Colombia los estudios acerca de la biología reproductiva de la familia Ariidae son escasos o no están publicados se destacan trabajos como el del *Bagres marinus* es una especie que en el País tiene una gran importancia pesquera. Palacios-Barrios (2009), evaluó algunos aspectos reproductivos de la especie en la Bahía de Santa Marta y Tasajera, fueron capturados un total de 55 individuos observándose una abundancia de especímenes en estado inmaduro, solo se encontraron hembras maduras o desovados en octubre, noviembre y diciembre, la especie presentó un crecimiento isométrico.

La especie *A. canteri*, actualmente considerada una especie endémica de Colombia, ha sido sometida a algunas investigaciones. Se han destacado trabajos como el realizado por Sandoval *et al* (2014), donde se evaluaron hábitos alimenticios y el uso de la especie en la

Bahía el Uno. Los individuos de tallas grandes presentaron una preferencia alimenticia por los peces, crustáceos anomuros y camarones con una tendencia a una dieta generalista, mientras que los individuos de tallas pequeñas se alimentaron principalmente de copépodos con una tendencia a una dieta especialista, observándose así una variación durante los cambios ontogénicos en cuanto a la alimentación (Sandoval *et al* 2014).

Con respecto al uso del hábitat, la parte baja del estuario podría jugar un papel importante en la reproducción, como hábitat de peces grandes que pueden incubar huevos principalmente en algunos momentos durante el periodo seco, mientras que la zona de la parte media y alta, que se encuentran bordeadas por bosque de manglar, podrían ser zonas importantes de crianza, con mayores abundancias de peces de tallas pequeñas en época de lluvia (Sandoval *et al* 2014).

Se han reportado estudios sobre la biología reproductiva del chivo cabezón en la Ciénaga Grande de Santa Marta, donde la especie presentó un marcado dimorfismo sexual que se manifiesta en la diferentes tallas máximas que alcanzan los ejemplares de cada sexo al llegar a adultos y que se comienza a visualizar a partir de los 190 mm de longitud total cuando se inicia la primera maduración sexual, las hembras alcanzan una longitud máxima de 463 mm y los machos 379 mm, la menor longitud del macho frente a las hembras se debe al stress que soportan estos durante prolongado periodo de incubación oral de 50 a 70 días.

La época de desove de la especie en esta ciénaga parece cubrir todo el año, siendo los meses de abril, mayo, junio y julio los meses donde se presenta un desove masivo de la especie, las hembras de esta especie presentan una baja fecundidad con un promedio de huevos de 24 a 36 por cada hembra maduras, estas también presentan una estrecha unión entre los tres radios internos, que sirven como soporte para una carnosidad triangular, que se torna muy agrandada y enrojecida durante el máximo estado de madurez sexual es posible que este complejo aleta-carnosidad sirva para mantener los ovocitos recién desovados, para que sean fecundados por el macho y guardados posteriormente en su boca. (Galvis , 1984).

También se destacan estudios en la Ciénaga de Tesca (Toro & Villa, 1983) donde la especie presentó cuidado parental de parte de los machos progenitores, con incubación bucal de 50 a 70 días, presentó cambios en la alimentación con un cambio de acuerdo a la talla, las hembras

maduras presentaron baja fecundidad, los ovocitos maduros presentaron un diámetro de 1.0-2.0 cm.

Con respecto a la influencia de las variables fisicoquímicas sobre la biología reproductiva de la especie *A. canterie* los estudios realizados en el tema son escasos o no se encuentran publicados; se han destacado trabajos donde se evalúa la influencia de ciertas variables fisicoquímicas como conductividad eléctrica, nivel de agua, pH con la biología reproductiva de algunas de las especies pertenecientes al orden Siluriformes.

Como el reportado por (Meza & Sepulveda, 2012) donde evaluaron el efecto de la conductividad eléctrica y nivel del agua sobre la reproducción de la especie *Ancistrus triradiatus*, en este trabajo se realizaron seis tratamientos experimentales cada uno con su réplica, el periodo experimental fue de 8 semanas, tiempo en el cual se midieron en su longitud total, se pesaron y se observó el comportamiento de los individuos así mismo, se monitorearon los parámetros fisicoquímicos del agua.

Los autores no encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos sobre los variables peso, longitud y factor de condición de las hembras. Sin embargo, cuando evaluaron independientemente el nivel del agua y la conductividad eléctrica de cada uno de los tratamientos si encontraron efecto significativo sobre el peso y la longitud para la primera variable y efecto sobre el factor de condición para la segunda variable; en el periodo experimental hubo un total de cinco desoves en tres tratamientos: T0 (12,5%), T3 (25%) y T5 (25%); observándose que cambios en la conductividad eléctrica y nivel del agua son posibles determinantes para la reproducción de *Ancistrus triradiatus* permitiendo su maduración, ovulación y desove en condiciones de cautiverio.

En el Sureste del golfo de California Amezcua y Muro-Torres (2012), evaluaron la biología reproductiva de *Occidentarius platypogon*; fueron capturados un total de 480 ejemplares con redes agalleras entre los años 2008 y 2009, se obtuvieron un total de 153 hembras, 148 machos y 179 inmaduros, los estados gonadales se clasificaron en seis fases (inmaduros, en reposo, madurando, maduro, gónada desovada y en reabsorción).

La época reproductiva para este bagre fue encontrada mediante el uso del IGS mostrando un periodo reproductivo al año durante la primavera (abril-mayo) la cual coincide con las

menores temperaturas registradas, Los valores más bajos del IGS coincidieron con las hembras en recuperación durante el otoño, cuando se registraron los mayores valores de temperatura, y con hembras en estadio de maduración I durante el invierno, con temperaturas cercanas a 23°C; a finales del verano (julio y agosto) se observaron machos incubando alevines; la especie mostro una maduración de sus ovocitos sincrónica. En cuanto a su fecundidad fueron analizadas 37 hembras maduras con valor promedio de 37 a 48 ovocitos maduros.

En un estudio realizado por Lara-Domínguez *et al* 1980, donde evaluaron la biología y ecología de *Arius melanopus* en una laguna costera al sur de México, los organismos fueron obtenidos con la ayuda de una red de prueba camaronera de 10 m de largo y 9 m de boca los arrastres fueron de 15 a 30 min; también se realizaron mediciones de parámetros como temperatura, salinidad, oxígeno profundidad y transparencia.

La distribución de la especie en la laguna está influenciada por las condiciones ambientales, siendo el factor principal la salinidad cuando se registran los valores más altos (época seca) de esta variable la especie se encuentra escasamente representada y cuando se presentaron los valores más bajo (época de lluvia) se registraron los valores más altos en número de individuos; para hallar la época de reproducción los autores consideraron dos criterios el primero fue la abundancia y el grado de desarrollo de los huevos encontrados en la cavidad bucal y el segundo el desarrollo gonádico en las hembras se observaron machos con huevecillos en sus bocas durante el periodo de lluvias, particularmente en los meses de agosto y septiembre también, durante este periodo, se capturaron hembras en fase IV y V de desarrollo gonádico. El desove de la especie se localizó en áreas de baja salinidad (menos de 12 ppm) y alta temperatura ($\pm 35^{\circ}\text{C}$).

En una zona costera en el sur este de Brasil, fue evaluado el ciclo reproductivo de tres especies *Genidens genidens*, *Sciadeichthys luniscutis* y *Cathorops spixii*, en dos sitios de la Bahía de Sepetiba (Estuario del Rio Guarda y Bahía interior), comparando el factor de condición y el IGS entre los dos sitios para evaluar la capacidad de las especies para moverse a distancias tan pequeñas durante el período de desove y para determinar si existe segregación entre individuos en desove y no desove con diferentes condiciones (Gomes & Araujo , 2002).

Fueron examinados en total 355 individuos, de los cuales 168 eran *S. luniscutis* 127 *G. genidens* y 60 *C. spixii*, en cuanto al análisis de las variables fisicoquímicas encontraron que la temperatura se presentó en niveles más elevados en el estuario la salinidad y la profundidad difirieron significativamente entre sitios siendo los valores más bajos en el estuario al igual que el oxígeno disuelto pero este no presentó diferencias significativas; en las tres especies el IGS presentó valores más altos en el estuario que en la Bahía estas diferencias se acentúan más para las hembras de todas las especies la única excepción es para los machos de *G. genidens* que mostró un IGS más alto en la Bahía, el factor de condición fue ligeramente mayor para las hembras que para los machos y fueron encontradas diferencias entre ambos sitios los machos mostraron mayores valores en la bahía y las hembras en el estuario; de manera general no se encontraron diferencias claras en la condición general de las especies entre los dos sitios aunque se detectaron algunas diferencias interespecíficas e inter-sexuales.

Los machos de *S. luniscutis* y *C. spixii* presentaron el factor de condición más bajo en el estuario y es debido a que los machos presentan incubación oral, *G. genidens* parece diferir de las otras dos especies debido a que mostró un IGS más alto en los meses de enero y febrero además no presentó indicios de incubación por parte de los machos de esta especie esto hace suponer que se genera en otra área que sea el estuario, los diferentes picos de IGS encontrados en este trabajo sugieren una segregación temporal en el periodo de desove, con *S. luniscutis* y *C. spixii* pico en septiembre y octubre y *G. genidens* en enero y febrero, este mecanismo de segregación podría ser una estrategia para optimizar la supervivencia juvenil evitando la competencia interespecífica y permitiendo la coexistencia de esta especie en la Bahía.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de algunas variables fisicoquímicas sobre la biología reproductiva del “Chivo Cabezón” *Ariopsis canteri* en la Ciénaga de Mallorcaín (Departamento del Atlántico).

4.2. Objetivo específicos

- Estimar el factor de condición (K), índice gonadosomático (IGS) e índice hepatosomático (IHS).
- Determinar la época de reproducción, tipo de desove, talla de madurez y fecundidad de la especie *A. canteri*.
- Generar una escala de madurez sexual con la descripción macroscópica e histológica de las gónadas de *A. canteri*.
- Establecer la relación entre las variables fisicoquímicas de la Ciénaga de Mallorcaín (temperatura, pH, oxígeno disuelto, salinidad, conductividad eléctrica) y los índices reproductivos de *A. canteri*.

5. MATERIALES Y METODOS

5.1. ÁREA DE ESTUDIO

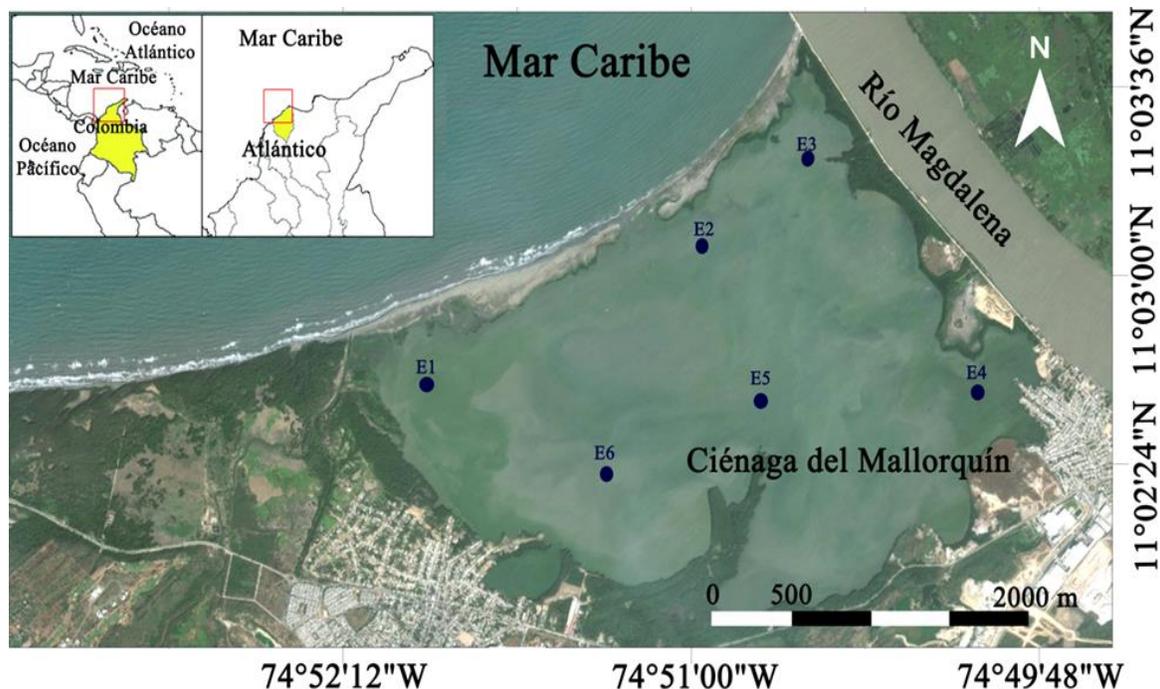


Figura 2: Ciénaga de Mallorquín y la ubicación de las estaciones, denominadas: E1. Arroyo de león; E2. La barra; E3. El pozo; E4. Las flores; E5. Centro y E6. La playa.

La Ciénaga de Mallorquín es una laguna costera estuarina, se encuentra ubicada en el Departamento del Atlántico entre el meridiano $74^{\circ}52'00''$ de longitud oeste y el paralelo $11^{\circ}05'00''$ de latitud norte (fig. 2). Hace parte de los 2250 km^2 de la llanura aluvial septentrional inundable del río Magdalena (Galvis *et al*, 1992), esta laguna limita al norte con el Mar Caribe, al sur con el corregimiento de la Playa y el barrio las Flores ambos en jurisdicción de la ciudad de Barranquilla, al oriente con el Río Magdalena por medio de dos tubos que atraviesan el tajamar y finalmente al occidente con las Ciénagas Los Manatíes y El Rincón (CORMAGDALENA-CRA- Uninorte , 1998).

La Ciénaga de Mallorquín es un cuerpo de agua de forma triangular, con un promedio de profundidad de $0,70 \text{ m}$ y su sustrato predominante es arenoso-fangoso con partes extensas cubiertas de restos de moluscos y tiene un área superficial de 9 Km^2 aproximadamente (Arrieta y De la Rosa 2003). Presenta un clima tropical, cálido y húmedo; con una temperatura promedio de 25° y 30° C , se encuentra sometido a un periodo de lluvias de 7

meses que va desde abril a noviembre, con un intervalo de junio a julio. Las mayores precipitaciones suceden durante los meses de agosto, septiembre y octubre.

5.1.1. Ictiofauna

La Ciénaga se caracteriza por ser una laguna costera, con un atractivo pesquero bastante amplio. Dentro de las especies que allí habitan se encuentran: *Ariopsis bonillai*, *Cathorops spixii*, *Mugil curema*, *Mugil lisa*, *Centropomus* sp, *Dasyasi sai*, *Eugerree plumieri*, *Diapterus rhombeus*, *Canax hipos*, *Selene vómer*, *Ophioscion adustus*, *Cetengraulis edentulus*, *Elop saurus*, *Megalop atlanticus*, *Sphoeroides testudines*, *Achirus Achirus*, *Eucinostoma gula*, *Apsilus dentatus* (Valdes & Muñoz, 2005).

5.1.2. Vegetación

La Ciénaga de Mallorquín, presenta una vegetación intermedia entre el bosque muy seco tropical del litoral y el bosque seco tropical del sur y centro del departamento del Atlántico, incluye también la vegetación de la zona anegadiza a lo largo de la margen oriental del río Magdalena (Galvis *et al*, 1992). Se presentan especies de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle salado (*Avicennia germinans*), mangle amarillo (*Laguncularia racemosa*) y mangle Zaragoza (*Conocarpus erectus*) (Arrieta & De la Rosa, 2003).

5.2. FASE DE CAMPO

En la ciénaga de Mallorquín fueron geo-referenciados seis estaciones con la ayuda de un GPS (tabla 1, fig.2), realizando muestreos desde los meses de junio de 2018 hasta febrero de 2019 siendo de junio a noviembre los meses en donde se presentaron lluvias y un periodo seco en diciembre enero y febrero (Fig.3). Cada mes se realizó un recorrido en la CM a bordo de una canoa, el arte de pesca utilizado para la obtención de los individuos fue la atarraya (ojo de malla de dos puntos) con un esfuerzo pesquero de 30 min (fig.4). Los individuos de *A. canteri* fueron colectados y conservados en una nevera de poliéstireno con hielo para la conservación de estos, luego fueron llevados al laboratorio de la Universidad del Atlántico para su análisis.

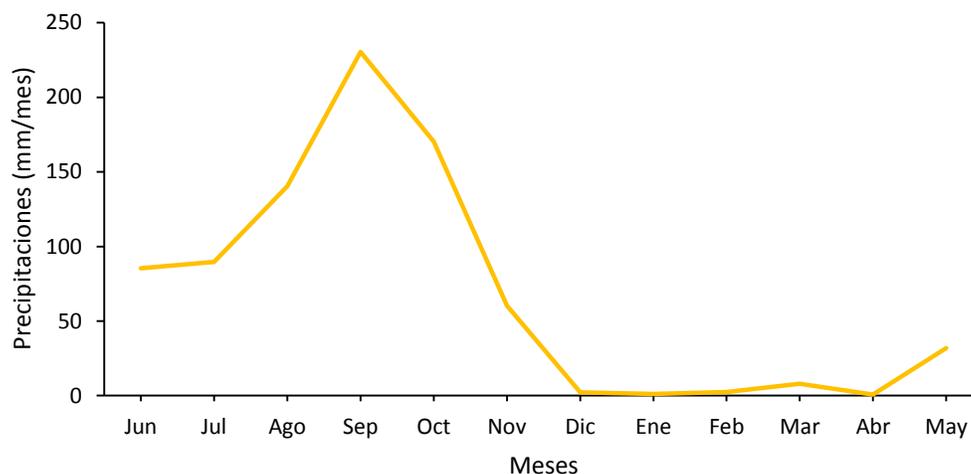


Figura 3: Curva de precipitación multianual 2018-2019, datos tomados de la estación Ernesto Cortissoz/ Barranquilla.

Tabla 1: Estación de muestreo de la Ciénaga de Mallorquín y coordenadas:

Estaciones	Nombres de las estaciones	Coordenadas
E1	Arroyo de león	N 11°02'44.6'' BB 074°51'52.2''
E2	La barra	N 11°03'01.7'' BB 074°051'05.1''
E3	El pozo	N11°03'20.1'' BB 074°50'33.5''
E4	Las flores	N11°03'20.2'' BB 074°50'33.5''
E5	El centro	N11°02'32.6'' BB 074°54' 47.6''
E6	La playa	N11°02'19,9'' BB 074°51'22.4''

5.2.1. Variables físico-químicas

Las variables fisicoquímicas como pH, salinidad (ppm), temperatura superficial del agua (°C), oxígeno disuelto (mg/L) y conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) fueron tomadas *in situ* en cada estación (tabla, 1) con la ayuda de un equipo multiparametrico marca Hanna (fig.5A, 5B). Adicionalmente, se midió el nivel de agua (cm) con la ayuda de una vara debidamente patronada con una cinta métrica (fig.5C).



Figura 4: Captura de los ejemplares de *A. canteri*, con atarraya en la Ciénega de Mallorcaín.



A



C



B

Figura 5: Toma de las variables fisicoquímicas de la CM. A. Multiparámetro, B. momento de la toma de las variables fisicoquímicas, C. vara patronada utilizada para la medición del nivel del agua.

5.3. FASE DE LABORATORIO

5.3.1. Biometría

Los individuos colectados se les registraron medidas biométricas con un ictiómetro, fueron medidas la longitud total (LT) la cual va desde la sínfisis mandibular al radio más largo de la aleta caudal y la longitud estándar (Ls) de la sínfisis mandibular a la base de la aleta caudal, también se registró el peso total con una balanza marca FEJ-1500 la cual tiene una precisión de 0,1 g. posterior a esto se procedió a realizar disecciones a los individuos desde la región gular hasta el poro urogenital, extrayendo las gónadas y el hígado de la cavidad celomática, para ser pesados con la ayuda de una balanza marca PPs200 con precisión de 0,01 g.

5.3.2. Gónadas

Los individuos fueron sexados teniendo en cuenta el color y la forma de las gónadas extraídas (ovarios y testículos). Las cuales se caracterizaron macroscópicamente teniendo en cuenta las siguientes características morfológicas: coloración, tamaño, espacio que ocupa en la cavidad abdominal, irrigación sanguínea, presencia de ovocitos o semen siguiendo los criterios de (Gomez & Araujo, 2002) ANEXO 1 y 2. Los ovarios y testículos de cada individuo fueron colocados en frascos debidamente rotulados, éstos fueron fijados en formalina tamponada al 10%.

5.3.3. Histología

Las muestras fueron trasladadas al laboratorio de patología de la Clínica Reina Catalina para la realización de su proceso histológico, realizando cortes transversales y longitudinales de 2 cm de ovarios y testículos en todos los estados de madurez sexual; esta alícuota fue colocada en etanol al 70 % para eliminar el exceso de fijador de la muestra. Se realizó un procesamiento histológico del tejido, adicionalmente se obtuvieron cortes a 6 µm con ayuda de un micrótopo de rotación marca Leica y teñidos con una tinción de rutina hematoxilina – eosina (Olivia *et al.* 1985) ANEXO 3.

Las preparaciones fijas obtenidas de las gónadas fueron observadas en un microscopio óptico marca Leica, con cámara acoplada que permitió tomar las microfotografías, las cuales fueron descritas teniendo en cuenta las características histológicas: color del citoplasma, núcleo u

organelos citoplasmáticos, también se identificaron células en los ovarios (ovogonias, ovocitos previtologénicos y vitelogénicos y maduros) y células sexuales de los machos (espermatogonias primarias y secundarias, espermatoцитos primarios y secundarios, espermátidas tempranas y tardías y espermatozoides).

5.3.4. Fecundidad

La fecundidad de *A. canteri* se estimó realizando un conteo de los ovocitos encontrados en las gónadas de las hembras maduras, teniendo en cuenta que los ovocitos de este, las cuales fueron colocadas en solución de Gilson modificado por un periodo de 48 horas, con la finalidad de que los ovocitos se separaran unos de otros y se contaron con ayuda de un estereoscopio marca Leica.

El diámetro de los ovocitos maduros fue estimado con la ayuda de un pie de rey el cual permitio hacer mediciones de precisión.

5.4. PROCESAMIENTO DE DATOS

5.4.1. ASPECTOS REPRODUCTIVOS

5.4.1.1. Escala de madurez sexual

Fue elaborada una escala de madurez sexual de los ovarios y testículos de *A. canteri* basada en las características morfológicas e histológicas de sus gónadas siguiendo el criterio de Gomes & Araujo (2004) ANEXO 1 y 2. Se realizó un histograma de frecuencias de los estados macroscópicos de los ovarios presentados durante los nueve meses de estudio. Adicionalmente, se realizó un histograma de frecuencias del porcentaje de ovocitos en cada fase histológica presente en cada tipo de ovario.

5.4.1.2. Análisis de regresión entre las variables morfométricas

Se determinó la relación longitud-peso, empleando la longitud total y el peso total. Esta relación fue calculada para las hembras y machos de la especie *A. canteri*, aplicando la siguiente relación matemática:

$$Pt = aL^b$$

Donde, Pt= Peso total L=Longitud total a y b= Coeficientes

Teniendo en cuenta que la talla es una magnitud lineal y el peso proporcional al cubo de la talla, si el pez al crecer mantiene la misma forma y el coeficiente es igual a 3 se dirá que es un crecimiento isométrico, por el contrario, si el valor de b es distinto a 3 la especie tendrá un crecimiento alométrico (Granado , 1996).

5.4.1.3. Proporción de sexos

El análisis de la proporción de sexos para *A. canteri*, se enfoco en tres aspectos; la primera fue la estructura de la población para el periodo de los nueve meses estudiados, la segunda fue la variación temporal de la proporción entre hembras y machos por mes y la tercera fue la variación de la proporción por clase de tallas (Vazzoler 1996) con intervalos de 3 cm.

La proporción sexual, se estimo con la ayuda de la ecuación de Wenner (1972).

$$\% \text{ Machos} = 100 \frac{N_m}{N_t}$$

N_m = es el número de machos

N_t = el número total de individuos

Finalmente se realizó una prueba Chi-cuadrado para determinar si la proporción sexual observada se aleja significativamente de la esperada (Sokal & Rohlf 1995).

5.4.1.4. Índices

5.4.1.4.1. Índice gonadosomático (IGS)

El IGS es la relación entre el peso del organismo eviscerado y el peso de la gónada de los organismos, permitió evidenciar el estado funcional de los ovarios debido a que en la fase final del desarrollo de ovocitos se verifica un aumento marcado del volumen y consecuentemente en el peso de los ovarios (Rodriguez- Gutierrez , 1992). La estimación de este índice se realizó con la ayuda de la siguiente relación.

$$IGS = \frac{Pg}{Pt} * 100$$

Donde

Pg = peso de la gónada en gramos

Pt = peso total del pez en gramos

5.4.1.4.2. Índice hepatosomático (IHS)

El IHS, es la relación que existe entre el peso del hígado y el peso del ejemplar; es un índice que es solo para hembras debido a que el hígado durante la vitelogénesis segrega vitelogeninas que va a ser captada por el ovulo durante la etapa de desarrollo (Rodriguez-Gutierrez , 1992); Este índice fue estimado de acuerdo al criterio de (Vazzoler , 1996)

$$IHS = \frac{Ph}{Pt} * 100$$

Donde

Ph = peso del hígado en gramo

Pt= peso total del pez en gramos.

Con la estimación de los índices IGS y IHS se determinó la época y tipo de desove de *A.canetri*, debido a que el IGS considera que los valores promedios altos indicaron la madurez gonádica de la especie y que la disminución de esta indico el desove (Saborido-Rey, 2004). Y el índice IHS, es directamente proporcional al ciclo reproductivo y decae justo antes del desove, siendo así un indicador indirecto de la puesta (Rodriguez- Gutierrez , 1992).

5.4.1.5. Factor de condición (K)

El factor de condición es definido por Vazzoler (1996) como el reflejo del estado fisiológico de los peces y el acondicionamiento por interacciones de factores bióticos y abióticos, esta misma autora expresa la relación del factor de condición alométrico como:

$$K = \frac{Pt}{Ls^b} * 100$$

Donde

Ls = Longitud estándar

Pt = Peso total

B = coeficiente de regresión entre Pt/Ls

5.4.1.6. Fecundidad

Para estimar la fecundidad de *A. canteri* solo se tuvieron en cuenta las gónadas de hembras en estado de madurez (IV) y se relacionó con el peso de las gónadas, para determinar si alguna función describía adecuadamente los puntos observados, se realizó un análisis de regresión.

Se realizó una gráfica de barras con los diferentes diámetros de los ovocitos, para encontrar la moda del tamaño de los ovocitos maduros.

5.4.1.7. Talla de inicio de maduración (TIM)

La talla de inicio de maduración se estimó teniendo en cuenta el individuo macho y hembra de *A. canteri* en estado maduro, que presentó menor talla durante todo el tiempo de muestreo.

5.4.1.8. Talla Media de madurez (TMM)

La talla media de madurez sexual para *A. canteri*, se estableció como el intervalo de longitud en el cual el 50% de los individuos estaban maduros o exista evidencia histológica en la gónada de que los individuos estén en reproducción o hayan llevado a cabo este proceso para esto fueron utilizados los individuos encontrados en estadios IV y V. Se excluyeron de este análisis los individuos inmaduros los encontrados en estado I, II y III (Saborido-Rey, 2004).

A partir de las frecuencias absolutas de la longitud total (LT) de los especímenes, se obtuvieron los intervalos de talla, cada uno con una amplitud de 2.5 mm, estos intervalos de tallas solo fueron hallados para las hembras y para sexos combinados debido a que el N de los machos en estado maduro era muy pequeño. Se calculó así la marca de clase (L) y las frecuencias relativas acumuladas S (l), cuyos valores fueron luego transformados a decimales S (l)'. Dado que la curva de frecuencias relativas acumuladas resultante presenta algunas discontinuidades en su conformación, ésta se ajustó a la regresión lineal entre:

$$\ln\left(\frac{1}{S(l)' - 1}\right) \text{ y } L$$

Donde L es la longitud total. A partir de dicha regresión se obtuvieron las constantes a (intercepto) y b (pendiente). Posteriormente la $LT_{50\%}$ teórica se estimó mediante una regresión no lineal ajustada a una función logística para hembras y para sexos combinados (Sokal & Rohlf 1995):

$$Y = \left[\frac{1}{1 + e^{(a+b*X)}} \right] * 100$$

Donde, Y es el porcentaje de individuos sexualmente maduros, X es la longitud total (LT), a y b son el intercepto y la pendiente estimadas anteriormente. En este método $LT_{50\%}$ de la población, independientemente de la edad, se encuentra sexualmente madura, es deducida mediante la relación $-a/b$ (Sparre & Venema, 1998). Lo anterior se realizó independientemente para hembras y para sexos combinados. Este parámetro fue graficado contra tallas para obtener las ojivas de madurez (Curva logística).

5.4.2. VARIABLES FISICOQUÍMICAS

Las variables fisicoquímicas, fueron organizadas utilizando el software Microsoft Excel 2013 y los datos de promedio, varianza, desviación estándar, mínimo, máximo, media geométrica usando el paquete estadístico Past versión 3.0.

La normalidad de los datos de las variables oxígeno disuelto (mg/L), pH, salinidad (ppm), conductividad ($\mu\text{S/cm}$), temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y profundidad (cm) fue estimada con el test de Shapiro-Wilk en el programa estadístico Past versión 3.0.

Todas las variables presentaron distribución normal, para hallar las diferencias significativas temporalmente y espacialmente de la temperatura, oxígeno disuelto, pH, salinidad, conductividad y profundidad, se empleó un análisis de varianza ANOVA en una sola vía, una vez se presentaron diferencias se aplicó un análisis de TUKEY para observar en que grupos se presentaban estas diferencias; estos análisis se realizaron con ayuda del programa estadístico Past versión 3.0.

5.4.3. RELACIÓN DE LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS CON INDICES REPRODUCCIÓN

Para observar si se presento alguna relación entre las variables fisicoquímicas (temperatura, oxígeno disuelto, pH, salinidad, conductividad y profundidad) y los índices reproductivos se realizo un análisis de correspondencia canónica (ACC); este análisis fue obtenido con ayuda del programa estadístico Past versión 3.0.

6. RESULTADOS

6.1. ANÁLISIS DE LAS VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS

6.1.1. Temperatura

Durante los nueve meses de muestreos en la ciénaga de Mallorcaín la temperatura máxima del fondo fue de 33 °C y la mínima 24,4 °C con un valor promedio de 28,46 °C; temporalmente fueron encontradas diferencias significativas entre los nueve meses de muestreo ($F= 28,27$; $p= 4,11 \times 10^{-15}$), los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero fueron significativamente diferentes a los meses de junio, julio, agosto y septiembre; para el caso del análisis por estaciones no se observaron diferencias significativas entre estaciones ($F=0,58$; $p=0,711$), la estación de las flores (E4) fue la que presentó mayor temperatura y la estación E1 fue la que mostro la temperatura más baja (Fig.6.A).

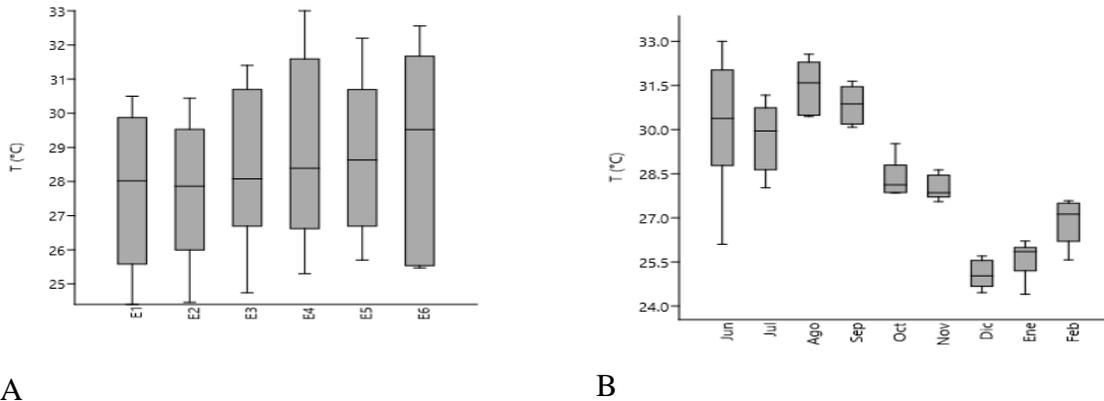


Figura 6: Análisis espacial (A) y temporal (B) de la temperatura superficial del agua en la Ciénaga de Mallorcaín.

6.1.2. Profundidad

Temporalmente la profundidad máxima se presentó en el mes de agosto y espacialmente en la estación del centro (E5) con un valor de 187 cm, la profundidad mínima temporalmente y espacialmente fue de 25 cm en el mes de enero y la estación de la barra (E2) respectivamente y un promedio de 80 cm. Temporalmente la profundidad no mostro diferencias significativas ($p=0,8225$) (Fig.7B); espacialmente si se encontraron diferencias significativas ($p= 1,52 \times 10^{-15}$) (Fig.7A).

07), donde las estaciones E5 y E6 fueron significativamente diferentes a las estaciones E1, E2, E3 y E4 (Fig.7.A).

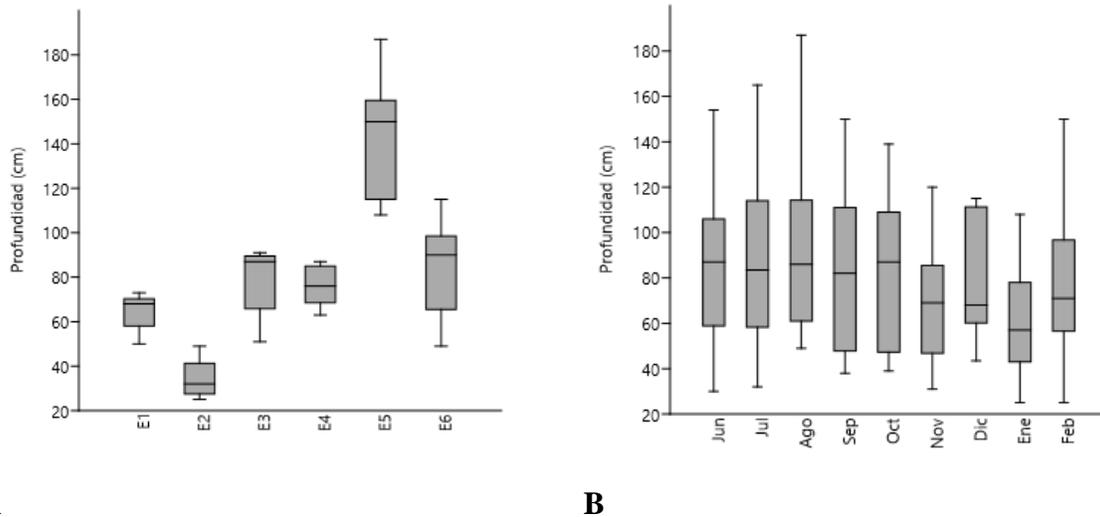


Figura 7: Análisis espacial (A) y temporal (B) de la profundidad de la Ciénaga de Mallorca.

6.1.3. Salinidad

En la Ciénaga de Mallorca la salinidad presentó un promedio de 14,79 ppm, donde su valor máximo temporalmente se presentó en el mes de agosto, especialmente en la estación de la barra (E2) con un valor de 24,7 ppm; su valor mínimo fue de 10,3 ppm en el mes de junio y especialmente en la estación del arroyo de león (E1) (Fig.8.A.B). Temporalmente la salinidad presentó diferencias significativas ($p=0,00087$) donde el mes de febrero fue significativamente diferente al resto de los meses (Fig.7.B); espacialmente también se presentaron diferencias significativas ($p=0,00070$) en las estaciones E2, E5, E2, E6 y E4. fueron significativamente diferentes a la estación E1 (Fig.8.A).

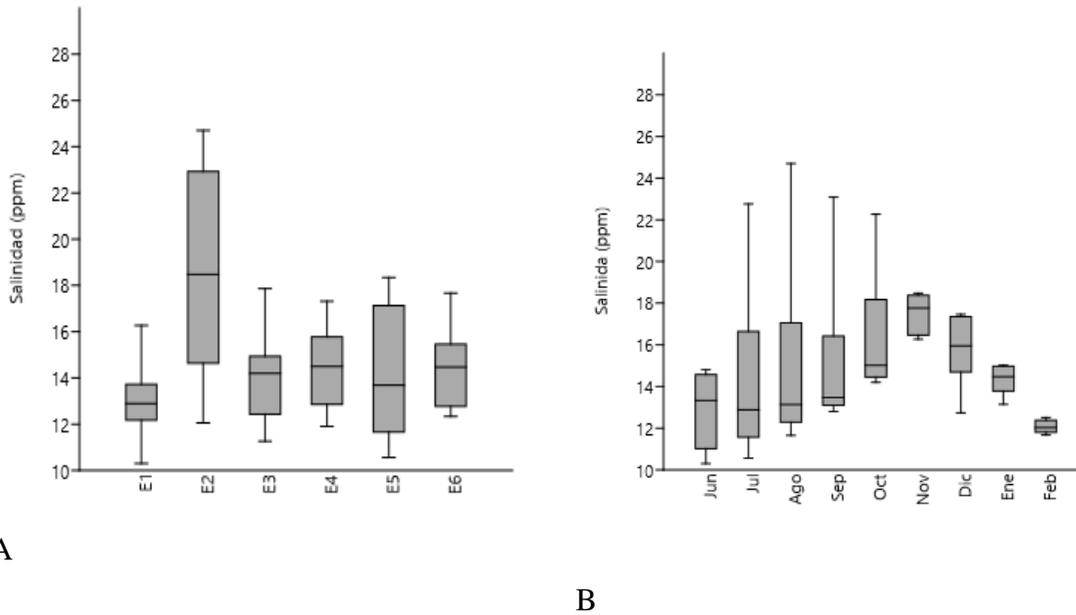


Figura 8: Análisis espacial (A) y temporal (B) de la salinidad de la Ciénaga de Mallorquín.

6.1.4. Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto presentó un promedio de 4,04 mg/L durante los nueve meses de muestreo; temporalmente se registró la mayor concentración para el mes de septiembre y espacialmente en la estación de la playa (E6) con un valor de 7,9 mg/L y la menor concentración para el mes de agosto y la estación (E1) con un valor de 1,2 mg/L (Fig.9.A.B). Estadísticamente no se encontraron diferencias significativas entre meses ($p= 0,275$) (Fig.9.B); se encontraron diferencias significativas entre las estaciones ($p=0,00021$) la estación E2, E4 y E6 fueron significativamente diferentes a la estaciones E3 y E5 (Fig.9.A).

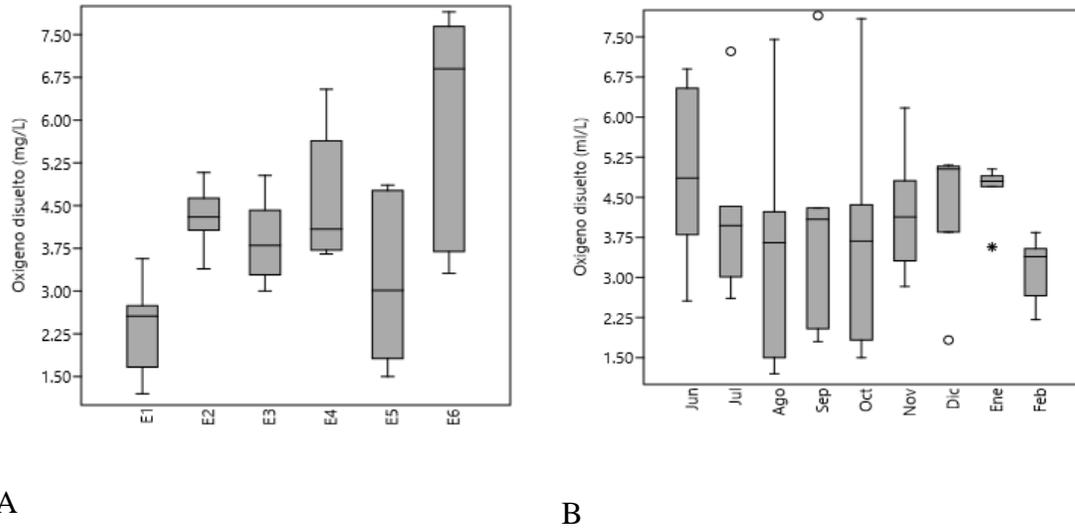


Figura 9: Análisis espacial (A) y temporal (B) del oxígeno disuelto de la Ciénaga de Mallorca.

6.1.5. pH

El pH se mantuvo estable con un promedio de 7,93, temporalmente se presentó su valor máximo en el mes de septiembre y espacialmente en la E2 con un valor de 8,99 y el valor mínimo en el mes de junio y la E6 con un valor de 7,03 (Fig.10.A.B). Estadísticamente se presentaron diferencias significativas entre meses ($p=6,93 \times 10^{-9}$), donde el mes de junio fue significativamente diferentes al resto de los meses; (Fig.10.A) no se encontraron diferencias significativas entre estaciones ($p=0,82$).

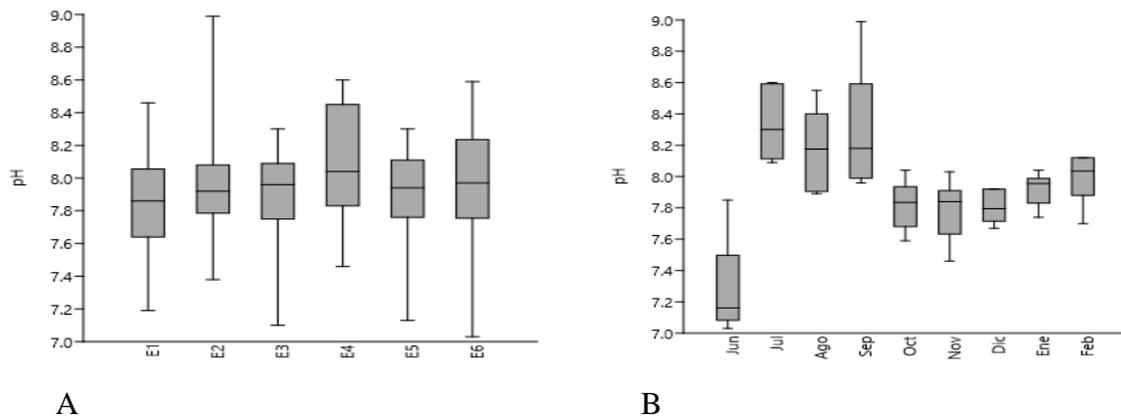


Figura 10: Análisis espacial (A) y temporal (B) del pH de la Ciénaga de Mallorca.

6.1.6. Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica en la Ciénaga de Mallorquín presento un valor promedio de 20988 $\mu\text{S}/\text{cm}$, el valor más alto se presentó en el mes de octubre en la estación E2 con un valor de 35400 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y el valor más bajo en el mes de julio y la estación E1 con 8972 $\mu\text{S}/\text{cm}$, (Fig.10.A.B). El ANOVA en una via presentó diferencias significativas entre los meses de muestreos $p=2,02 \times 10^{-6}$), los meses de junio julio y agosto fueron significativamente diferentes al resto de los meses (Fig.10.B), estacionalmente no se presentaron diferencias significativas ($p= 0,83$) (Fig.11.A).

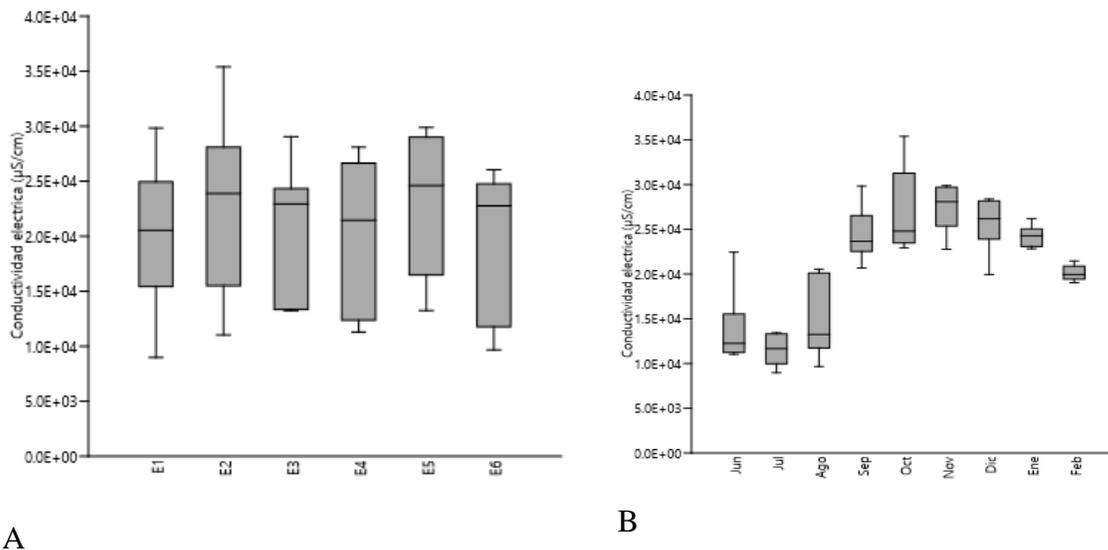


Figura 11: Análisis espacial (A) y temporal (B) de conductividad eléctrica de la Ciénaga de Mallorquín.

6.2. REPRODUCCIÓN

Durante los nueve meses de muestreo fueron capturados 123 individuos, el mayor número se presentó en los meses de noviembre y enero con un total de 25 ejemplares cada mes, los meses de junio y julio fueron capturados el menor número con cuatro y seis individuos respectivamente (Fig.12).

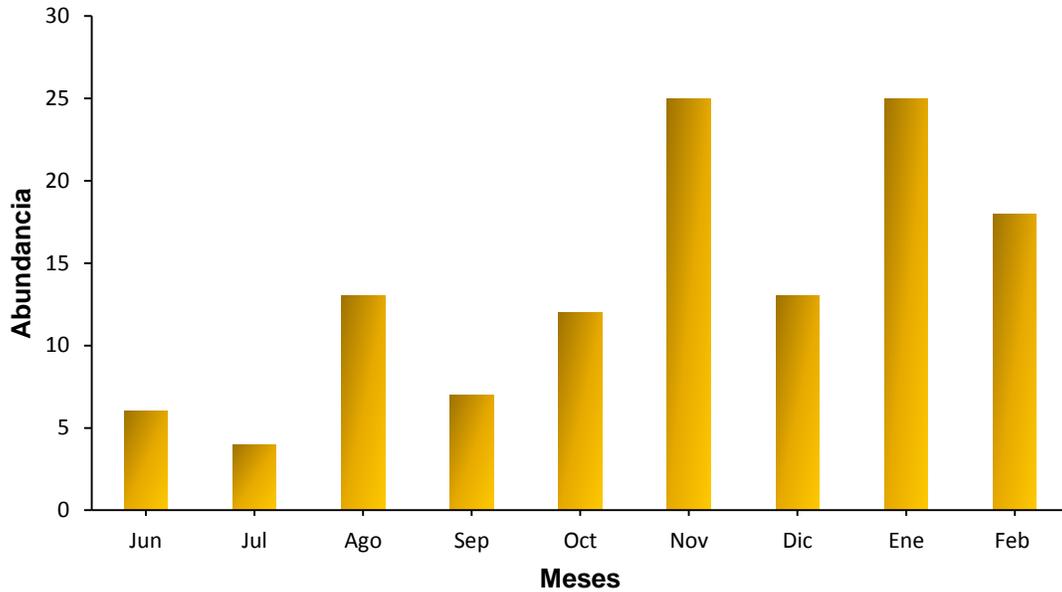


Figura 12: Número de ejemplares capturados de *Ariopsis canteri* por meses en la Ciénaga de Mallorca.

6.2.1. Comportamiento de las variables morfométricas

En la tabla dos se muestran los máximos, mínimos y promedio de la longitud total, peso total y peso de las gónadas para ambos sexos de *A.canteri*. Se puede observar que las hembras capturadas en la CM, con el mayor peso y la mayor longitud total peso fueron encontradas en el mes de noviembre con 869,3 g y 48,6 cm respectivamente ambas en estado de madurez, en el mes de junio fue capturada la hembra con menor Lt de 13,1 cm es estado inmaduro.

Para los machos el individuo con mayor tamaño fue encontrado en el mes de febrero con una longitud total de 35,5 cm; el macho con mayor peso fue hallado en el mes de enero con un peso de 271,3 g en estado de inicio de maduración y el macho con mayor peso en su gónada fue encontrado en el mes de febrero con un valor de 6,13 g; en el mes de agosto se capturó el individuo macho con menor tamaño y menor peso fue de 14 cm y 31,3 g respectivamente (tabla 2, fig.13).

Tabla 2: Promedio de datos morfométricos de los individuos de *A. canteri*, de la Ciénaga de Mallorca.

	Longitud total (cm)		Peso total (g)		Peso gónada (g)	
	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras
MÁXIMO	35,5	48,6	271,3	869,3	6,13	116,4

MÍNIMO	14	13,1	31,3	11,2	0,01	0,01
MEDIA	25,39	25,39	160,79	160,79	5,52	5,51
DS	4,78	6,34	65,75	144,2	0,88	19,76
IC	1,32	1,455	18,22	33,09	0,24	4,54

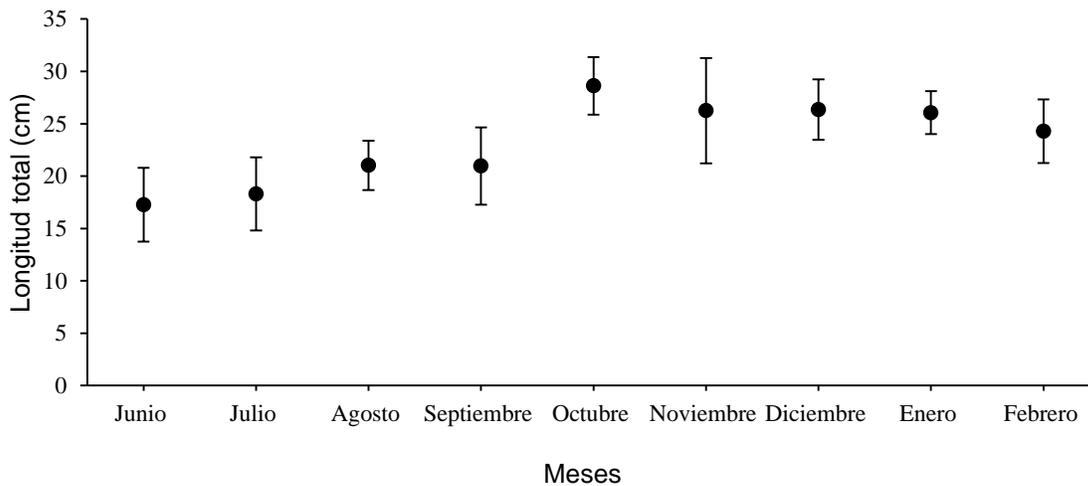


Figura 13: Longitud total (LT) promedio de *A. canteri* en los meses de muestreo de la Ciénaga de Mallorquín.

6.2.2. Relaciones y correlaciones

6.2.2.1. Longitud total (Lt) vs peso total (Pt)

La figura 13, muestra la relación potencial entre longitud total y el peso total de *A. canteri*, esta presenta un buen ajuste al modelo potencial con una correlación alta ($y=0,005x^{3,14}$; $R^2=0,912$); estadísticamente significativo ($r=0,90$; $P<0,05$).

El valor del coeficiente de crecimiento b para hembras y machos fue de 3,14 indicando que la especie presenta un tipo de crecimiento alométrico positivo (Fig.14).

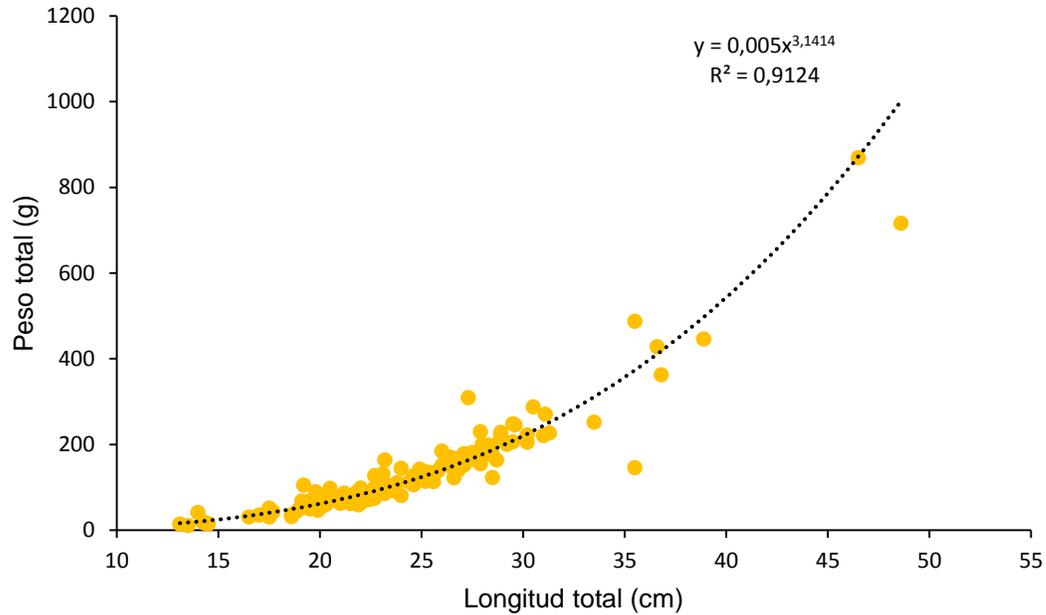


Figura 14: Relación entre la longitud total (cm) y el peso total en gramos (g) de hembras y machos del chivo cabezón *A. canteri* en la Ciénaga de Mallorcaín.

El coeficiente de crecimiento (b), obtenido fue utilizado para estimar el factor de condición (3,14) de la población *A. canteri*, en el área y los nueve meses de muestreo.

6.2.2.2. Longitud estándar (Ls) vs peso total (Pt)

La relación entre la longitud estándar (Ls) y peso total (Pt) presentaron un buen ajuste al modelo lineal ($y=5,6371e^{0,144x}$; $R^2 =0,86$) (fig.15), se muestra una correlación estadísticamente significativa ($R= 0,918$; $P<0,05$).

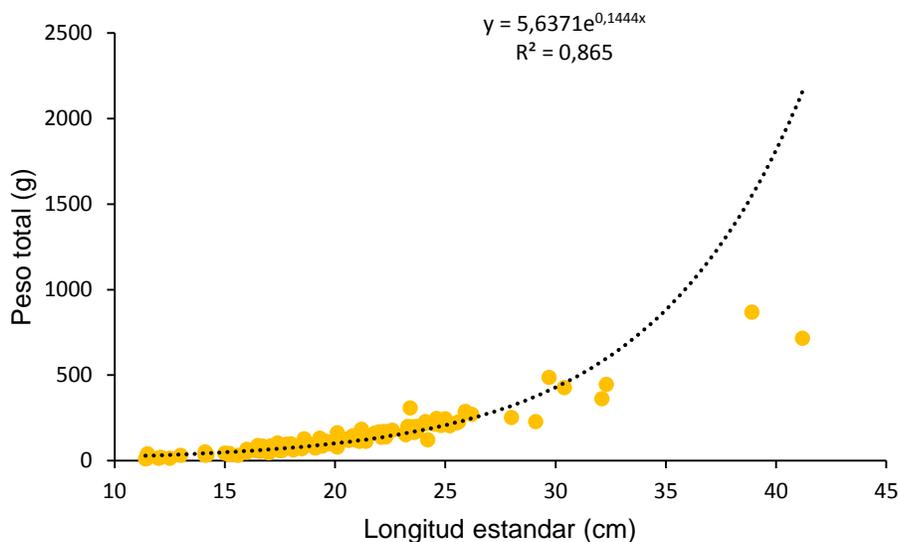


Figura 15: Relación entre la longitud estándar (cm) y el peso total (g) del chivo cabezón *A. canteri* en la Ciénaga de Mallorca.

6.2.2.3. Longitud estándar (Ls) Vs peso de las gónadas (po)

En la figura 16, se observa la relación entre la longitud estándar y el peso de los ovarios, esta se ajustó a un modelo lineal, presentaron una baja correlación ($y=2,4604x - 46,431$; $R=0,4432$), siendo estadísticamente significativa ($r=0,06$; $P<0,05$).

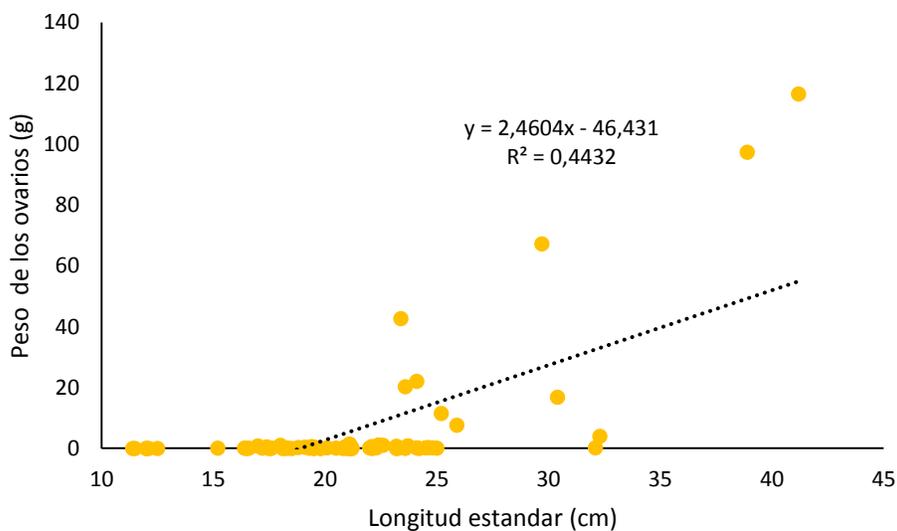


Figura 16: Relación lineal entre la longitud estándar (cm) y el peso de los ovarios (g) del chivo cabezón *A. canteri* en la Ciénaga de Mallorca.

6.2.2.4. Longitud estándar (Ls) Vs peso de los testículos (pt)

En la figura 17, se observa la relación entre la longitud estándar y el peso de los testículos esta se ajustó a un modelo lineal presentaron una baja correlación ($y=0,1017x-1,6715$; $R=0,2132$), siendo estadísticamente significativa ($r=0,46$; $P<0.05$).

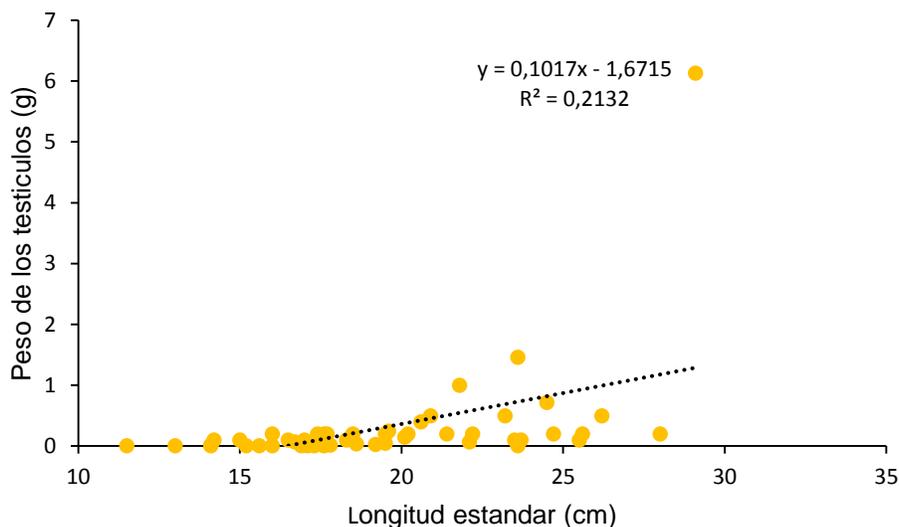


Figura 17: Relación lineal entre la longitud estándar (cm) y el peso de los testículos (g) del chivo cabezón A. canteri en la Ciénaga de Mallorcaín.

6.2.2.5. Peso total (Pt) Vs peso gónada (Po)

La relación entre el peso total y el peso de los ovarios, se ajustó a un modelo lineal y una correlación media positiva moderada ($y=0,1136x-0,457$; $R^2= 0,688$) (Fig.18), estadísticamente significativa ($r=0,82$; $P<0.05$).

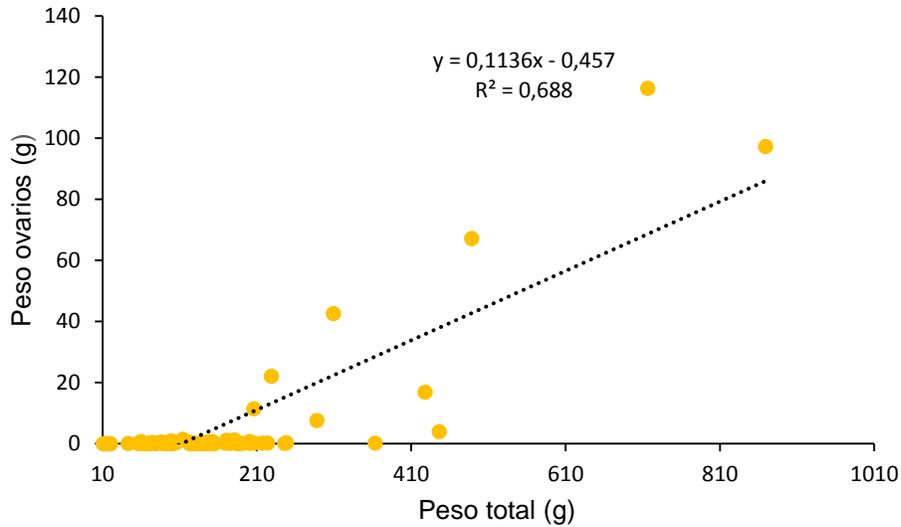


Figura 18: Relación lineal entre el peso total (g) y el peso de los ovarios en gramos (g) del chivo cabezón *A. canteri* en la Ciénaga de Mallorcaín.

6.2.2.6. Peso total (Pt) Vs peso de los testículos (pt)

La relación entre el peso total y el peso de los testículos, se ajustó a un modelo lineal con una correlación baja ($y=0,0049x-0,2583$; $R^2= 0,133$) (Fig.19), estadísticamente significativa ($r=0,82$; $P>0.05$).

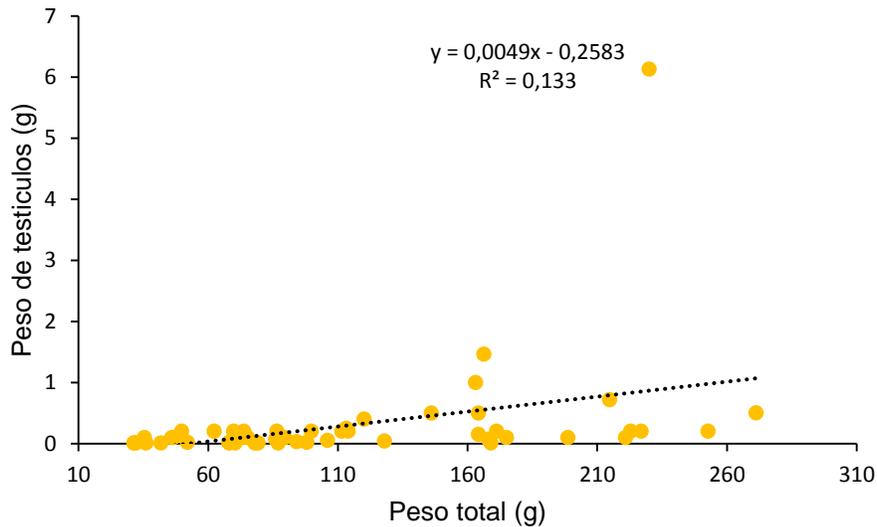


Figura 19: Relación lineal entre el peso total (g) y el peso de los testículos (g) del chivo cabezón *A. canteri* en la Ciénaga de Mallorcaín.

6.2.3. Proporción sexual

Durante los nueve meses de muestreo se capturaron 123 individuos de *A.canteri*, de los cuales 73 fueron hembras (59%) y 50 machos (41%) (Fig.20). Se puede observar que hay un pequeño predominio de hembras sobre machos con una proporción aproximada de 1,46:1, al realizar el análisis de la proporción sexual con la prueba paramétrica de Chi-cuadrado no se observaron diferencias significativa entre las proporciones de sexos ($X^2=2,77$; $v=3.84$; $P<0.05$), para la Ciénaga de Mallorquín en los nueve meses, asumiendo entonces que la proporción esperada es 1:1.

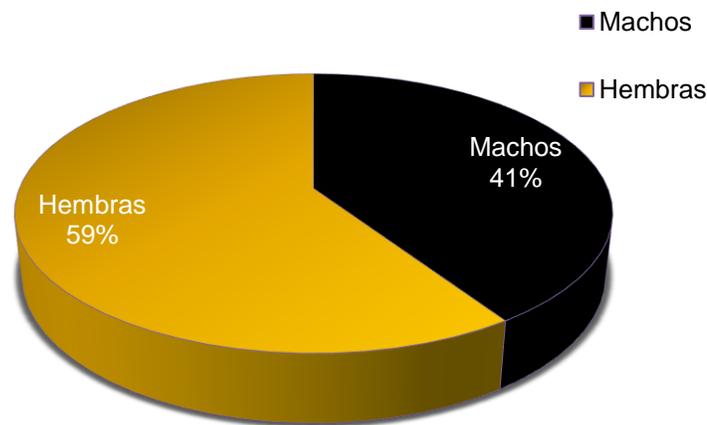


Figura 20: Proporción sexual global de *A. canteri* en la Ciénaga de Mallorquín.

La proporción sexual global de *A.canteri* entre los meses presentó variaciones, en junio y julio no se capturaron individuos machos. Durante los meses de octubre, noviembre y diciembre se muestra una marcada dominancia de las hembras, mientras que en los meses de septiembre y febrero los machos fueron los dominantes (Fig.21).

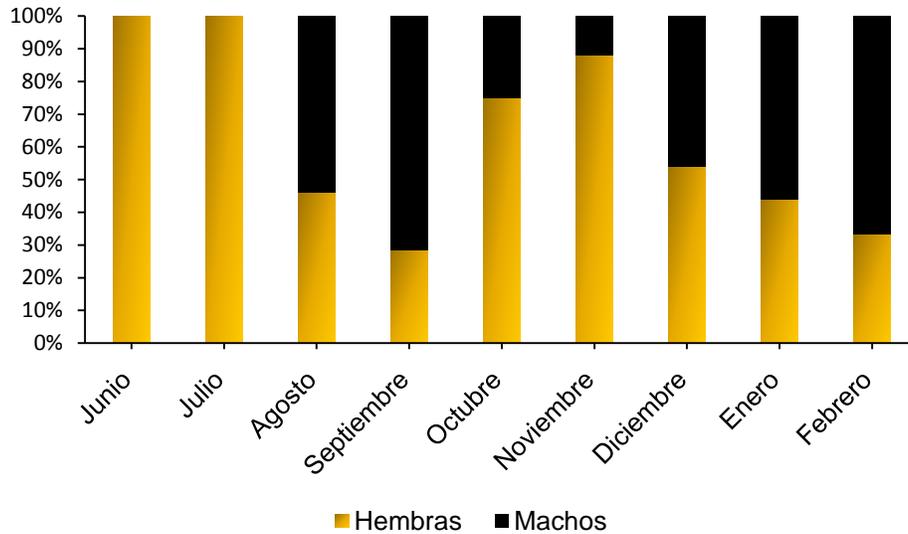


Figura 21: Proporción sexual global en el tiempo de *A. canteri* en la Ciénaga de Mallorca

En la (Tabla.3) se observa la proporción sexual de *A. canteri* capturados por meses en la Ciénaga de Mallorca, presentando una dominancia por parte de las hembras en el mes de noviembre de 7:0,13 ($x^2= 11,23$; $v=3.84$; $P<0.05$) y octubre con una proporción sexual 3:0,3 ($x^2= 7,38$; $v=3.84$; $P<0.05$). En cuanto a los machos predominaron en los meses de septiembre y febrero 0,4:2,5 ($x^2= 7,38$; $v=3.84$; $P<0.05$) y de 0,5:2 ($x^2=4,92$; $v=3.84$; $P<0.05$) respectivamente.

Tabla 3: Proporción sexual por meses de *A. canteri*, captura en la Ciénaga Mallorca

Meses	Proporción sexual
Agosto	0,8:1,66
Septiembre	0,4:2,5
Octubre	3:0,3
Noviembre	7:0,13
Diciembre	1,16:0,8
Enero	0,7:1,27
Febrero	0,5:2

6.2.3.1. Clase de tallas

Los individuos de mayor y menor talla fueron hembras, con una longitud total de 48,6 cm y un peso de 41,2 g en el mes de noviembre y de 13,1 cm y un peso de 14,9 g en el mes de junio. Se encontraron un total de siete clases de tallas las cuales estuvieron comprendidas entre 13,1 hasta 48,8 cm, presentándose en la mayoría de clases de talla un dominio de las hembras a excepción de la talla (18,1-23) donde hubo dominio de los machos y en los intervalos de tallas de (38,1-43,1) y (43,1- 48,8) no hubo presencia de machos de *A. canteri* (Fig.22).

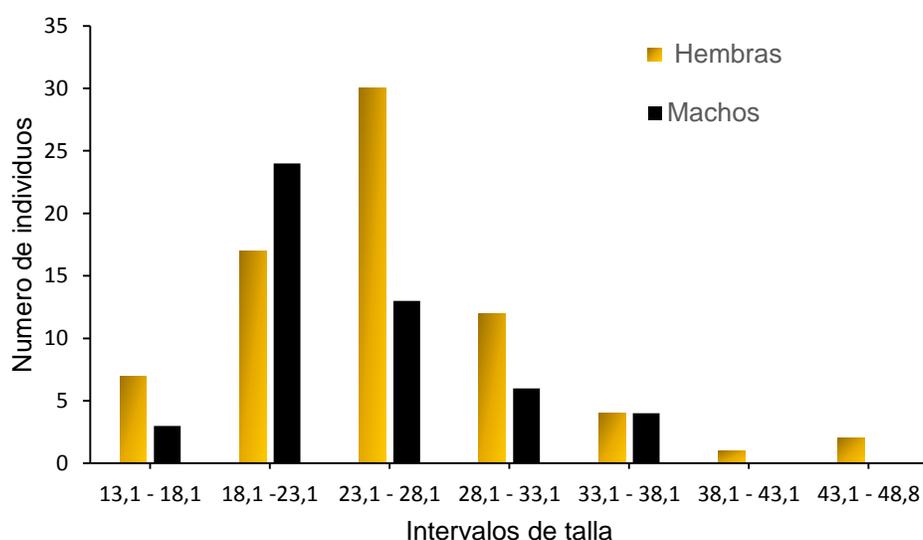


Figura 22: proporción sexual de machos y hembras de *A.canteri* por clase de tallas.

6.2.4. Índices gonadosomático (IGS) y hepatosomático (IHS)

Los valores medios del IGS para hembras, variaron de 0,16 a 7,72, este índice mantuvo un valor promedio en los meses de junio, julio y agosto, mostrando un pequeño incremento en septiembre (0,87) y otro entre noviembre (5,73) y enero (2,34) alcanzando su pico más alto en el mes de diciembre (7,72), con un descenso de este en el mes de octubre (0,2) y febrero (0,78) (Fig.23).

Los valores medios del IHS para hembras, variaron de 0,43 a 1,51, este índice presentó variaciones durante los meses de muestreo, se observó un pico notorio en el mes de julio (1,51), en los meses siguientes este índice descendió y mantuvo un valor promedio similar

en los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre mostrando un pequeño pico en el mes de enero (1,25) decayendo en el mes de febrero (0,89) (Fig.23).

En alguno de los meses donde se observaron los picos más altos del IGS como el mes de diciembre se evidenció una disminución del IHS, y donde se observa una disminución del IGS como en el mes de octubre se observa un aumento del IHS, los valores de estos índices, no mostraron una relación inversa en su totalidad. Analizando el comportamiento de los índices IGS y el IHS, las hembras de *A.canteri* podrían estar presentado un periodo reproductivo que va desde el mes de noviembre hasta enero, aunque el pico en el IGS del mes de septiembre también podría ser un periodo reproductivo debido a que en el mes de agosto fueron encontradas hembras desovadas (Fig.23).

La correlación entre el índice gonadosomático y el hepatosomático para hembras fue baja ($r=0,017$), y no significativa $P> 0,05$

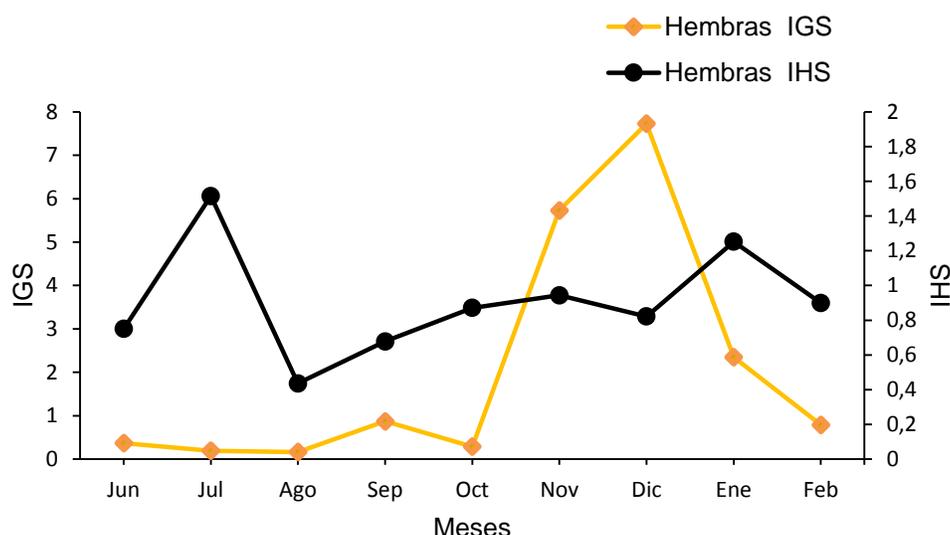


Figura 23: Variación mensual del Índice Gonadosomático (IGS), e índice hepatosomático de las hembras de *A. canteri*.

Los valores medios del índice gonadosomático para machos variaron de 0,060 a 0,52, se observa un pequeño incremento en el mes de septiembre (0,16) y un descenso en el próximo mes, en los meses de noviembre (0,18) y diciembre (0,3) se volvió a observar un incremento de este índice, decayendo de nuevo en el mes de enero, este índice presentó su valor más alto en febrero (0,52) (Fig. 24).

Los valores medios del índice hepatosomático para machos variaron de 0,82 a 1,16 se pueden observar que no hay cambios tan notorios en los valores de este índice, lo que podría estar evidenciando que el IHS no presenta una relación inversa con el IGS debido a que en los machos en la fase de crecimiento de la espermatogénesis las células sexuales no acumulan nutrientes, debido a que estos no suministran reservas energéticas al futuro embrión (Fig. 24).

Se puede observar en la Figura 23 y 24, que el segundo pico del IGS de las hembras que se presentó en el mes de diciembre coincide con uno de los picos del IGS para los machos, lo que puede estar mostrando que los machos se sincronizan con la época de reproducción de las hembras de *A. canteri*

La correlación entre el índice gonadosomático y el hepatosomático para machos fue alta ($r=0,67$), y significativa $P < 0,05$.

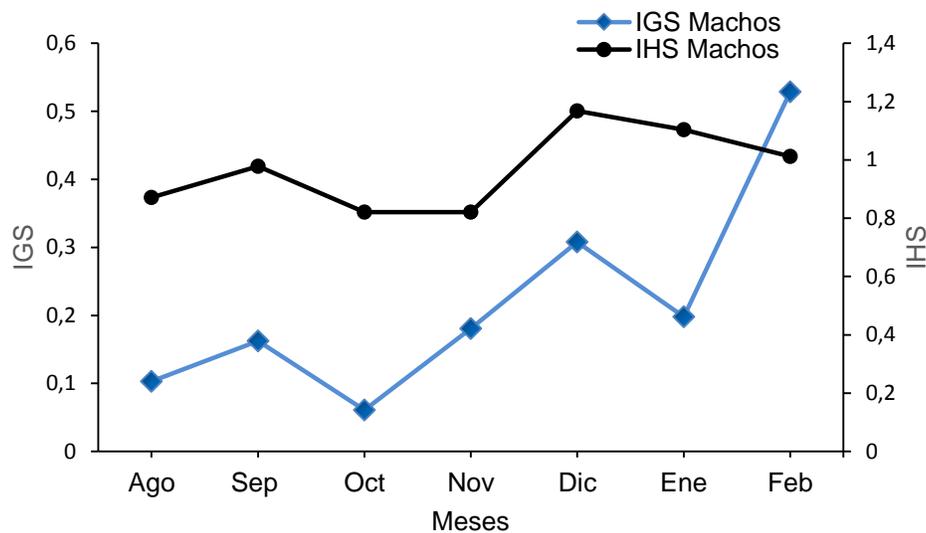


Figura 24: Variación mensual del Índice Gonadosomático (IGS), e índice hepatosomático de los machos de *A. canteri*.

6.2.4.1. Factor de condición K

El factor de condición (K) para la especie *A. canteri* durante los nueve meses de muestreo presentó un promedio de 1,02, el comportamiento del grado de bienestar mostró valores similares para hembras y machos. Para las hembras el valor más alto se mostró en el mes de junio con un $k= 1,31$ y el valor más bajo en el mes septiembre, en los machos el valor máximo se presentó en el mes de diciembre ($K=1,21$) y el valor más bajo se presentó para el mes de octubre ($K=0,9$).

Al comparar el factor de condición (k), tanto para hembras y machos con el IGS, en las hembras se observa que el K en el de diciembre empezó a presentar un incremento en su valor con respecto a los meses de octubre y noviembre siendo este mes donde el IGS presentó su valor más alto, lo que podría estar indicando que cuando las hembras de *A.canteri* están en su etapa de reproducción estas presentan un grado de bienestar significativo esto podría deberse a que en estas ganan peso en la época que se encuentran maduras, en los meses de enero y febrero se observa una disminución del grado de bienestar y también una disminución del IGS, esto se podría deber a que en estos meses las hembras presentan la época de desove y por ende han perdido peso debido a la notable pérdida del desove.

En cuanto a los machos se pudo observar que el pico más alto del IGS presentado en diciembre coincide con el pico más alto del factor de condición, debido a que los machos deben presentar un buen grado de bienestar debido a que ellos son los encargados de incubar los huevos por un tiempo más o menos de 60 a 90 días durante el cual no se presenta ingesta de alimentos por lo cual deben tener una reserva energética que le ayude a soportar largos periodos de inanición, además se observa que en el mes de enero hay un posible época de espermiación y que el grado de bienestar disminuye esto podría estar asociado a la incubación bucal que presentan los machos de esta especie pero también a la pérdida de peso debido a la espermiación o expulsión de gametos masculinos.

La correlación entre el índice gonadosomático y el factor de condición K para machos fue alta ($r=0,67$) estadísticamente significativa $P< 0,05$. Y para las hembras fue baja ($r=0,22$) y estadísticamente no significativa $P>0,05$.

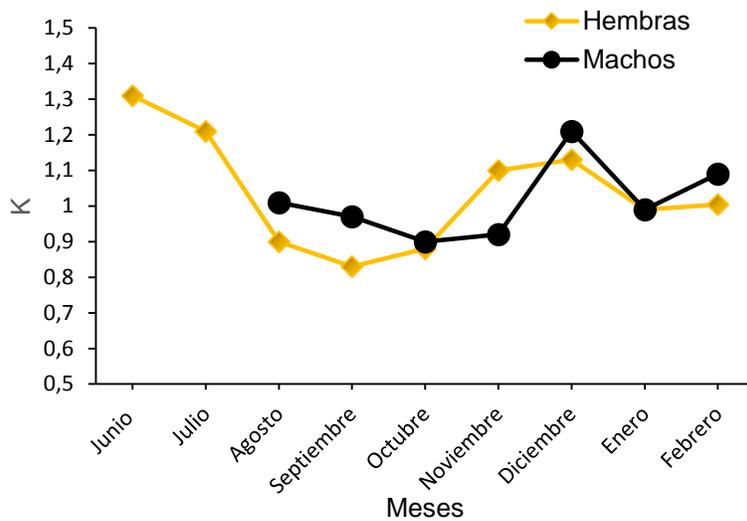


Figura 25: Variación temporal del factor de condición (K), para hembras y machos de *A. canteri* en la Ciénaga de Mallorca.

6.2.5. Tallas de madurez sexual

Talla de inicio de madurez sexual (TIM)

Para hallar la TIM de *A. canteri*, fueron escogidas nueve hembras en actividad reproductiva siete en estado IV (madura) y dos en estados IV (desovadas); dos machos en actividad reproductiva en estadios IV y V, para un total de 11 individuos. En los machos se presentó una longitud total de 25,6 cm hallado en el mes de enero y para las hembras fue de 27,3 cm en el mes de octubre.

Talla de madurez sexual (TMM)

La talla media de madurez sexual (TMM), fue estimada para hembras en 31,9 cm (Fig.26) y para sexos combinados 28,6 cm (Fig.27).

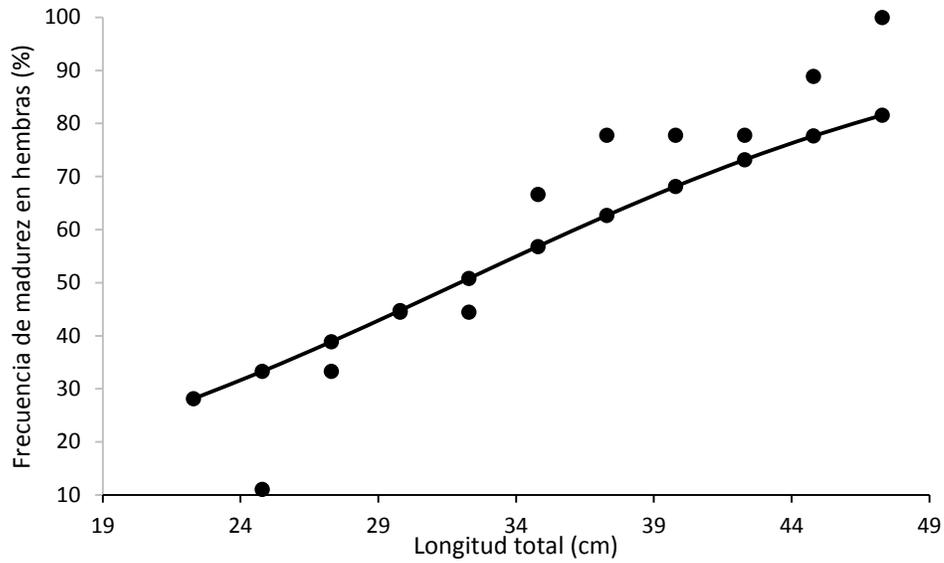


Figura 26: Talla media de madurez sexual de las hembras de la población de *A. canteri*. Frecuencia relativa observada (Puntos negros), frecuencia relativa esperada (Línea continua).

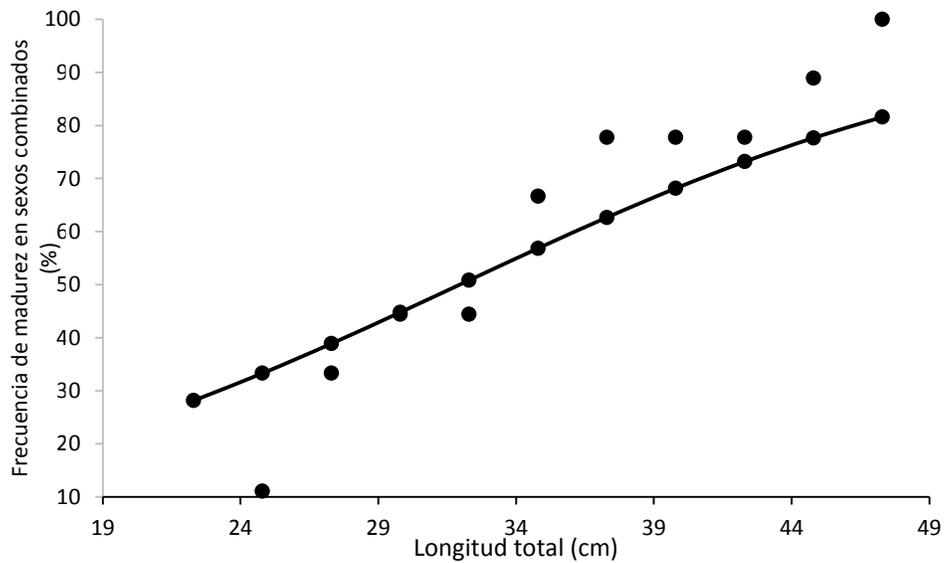
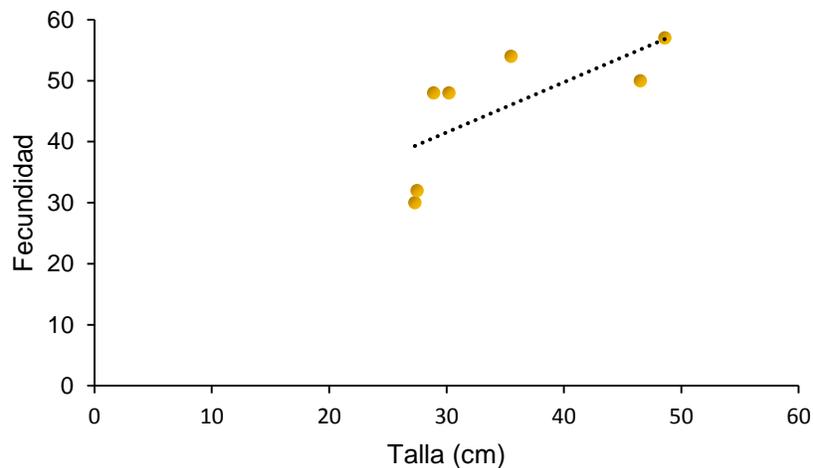


Figura 27: Talla media de madurez de sexos combinados de la población de *A. canteri*. Frecuencia relativa observada (Puntos negros), frecuencia relativa esperada (Línea continua).

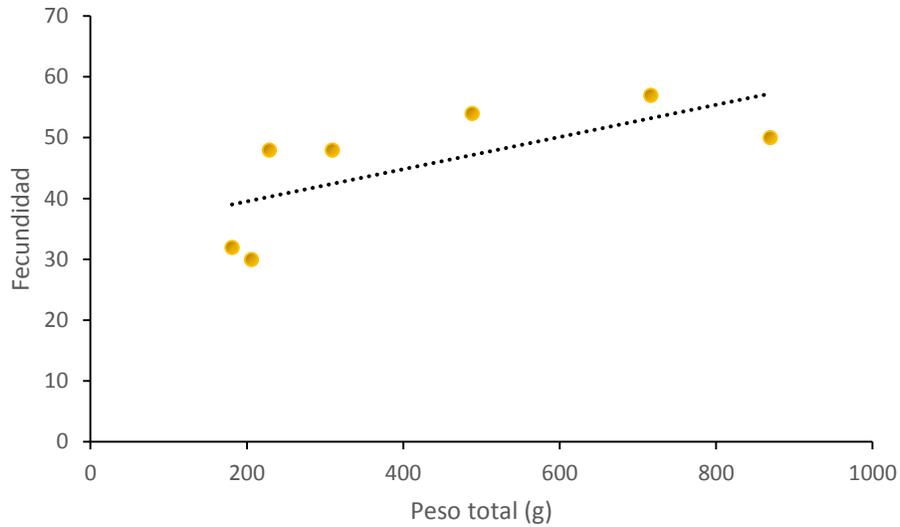
6.2.6. Fecundidad

Se analizaron en total siete hembras en estado de madurez (IV). La longitud total, peso total y peso de las gónadas oscilaron entre 27,3 a 48,6 cm, 180,9 a 869,3 g y 11,47 a 116,4 g respectivamente. El promedio de ovocitos maduros fue de 45, con un mínimo de 30 para una hembra de 27,3 cm Lt, peso total de 205,9 y peso de la gónada de 11,47 g y un máximo de 57 ovocitos para una hembra de 48,6 cm Lt, peso total de 716,5 g y peso de su gónada de 116,4 g.

En la figura 28, se observa la variación de la fecundidad en función a la talla y a el peso total de *A.canteri*, se encontró una relación lineal entre la longitud y la fecundidad ($r=0,71$, $P>0,05$) (Fig 28.A) , al igual que la encontrada para el peso total y la fecundidad ($r=0,65$, $P>0,05$) (Fig 28.B).



A



B

Figura 28: A. Variación de la fecundidad obtenida en función a la talla, B. Variación de la fecundidad obtenida en función al peso total de *Ariopsis canteri*.

6.2.6.1. Diámetro de los ovocitos maduros

En las siete hembras maduras fueron medidos 201 ovocitos, el tamaño de estos ovocitos oscilo entre 0,3 a 1,7 cm con un promedio de 1 cm. En la figura 29 se puede observar una asincronía en los ovarios de hembras maduras ya que presentan ovocitos en diferentes tamaños.

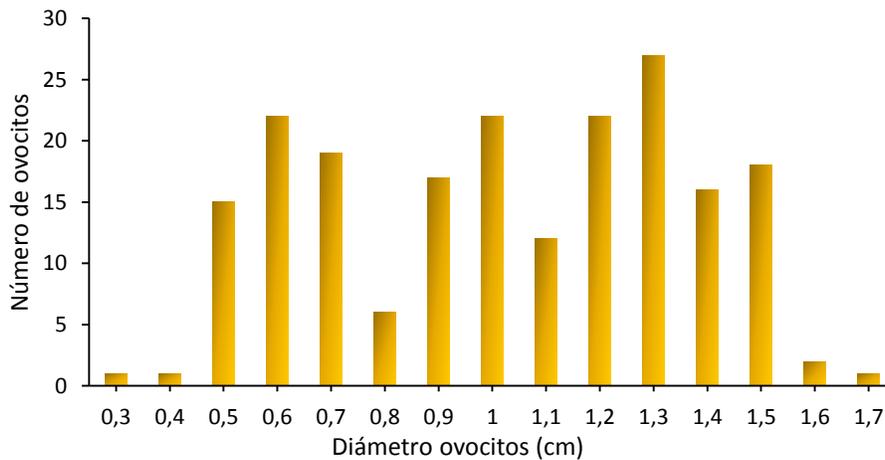


Figura 29: Frecuencia de diámetros de ovocitos de *A. canteri* en la Ciénaga de Mallorcaín.

6.2.7. Comportamiento de los estados de desarrollo gonadal

En el histograma de frecuencias de los estados macroscópicos realizado para las hembras de *A. canteri*, se puede observar que el estado macroscópico que aparece con más frecuencia durante los meses evaluados fue el estado I (Inmaduro), seguido del estado II (Inicio de maduración) y que los estados III (En maduración), IV (Maduro) y V (Desovado) aparecen desde el mes de septiembre en adelante y con una frecuencia baja.

En la figura 30, se puede observar que los meses de junio, julio y agosto solo fueron encontrados hembras en estados inmaduro (I) y en inicio de maduración (II) estos resultados comparados con los valores obtenidos en el IGS podría sugerir que la especie en este tiempo se encuentra en un periodo no reproductivo, en el mes de septiembre se observa la aparición de hembras en maduración (III) el cual podría corroborar el pequeño pico en el índice gonadosomático durante este mes, en el mes de octubre se da la aparición de hembras desovadas presentándose una disminución en el IGS, con respecto a los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero se encuentran hembras en todos los estados de maduración, los picos del IGS en los meses de noviembre y diciembre coinciden con las hembras maduras encontradas en estos dos meses.

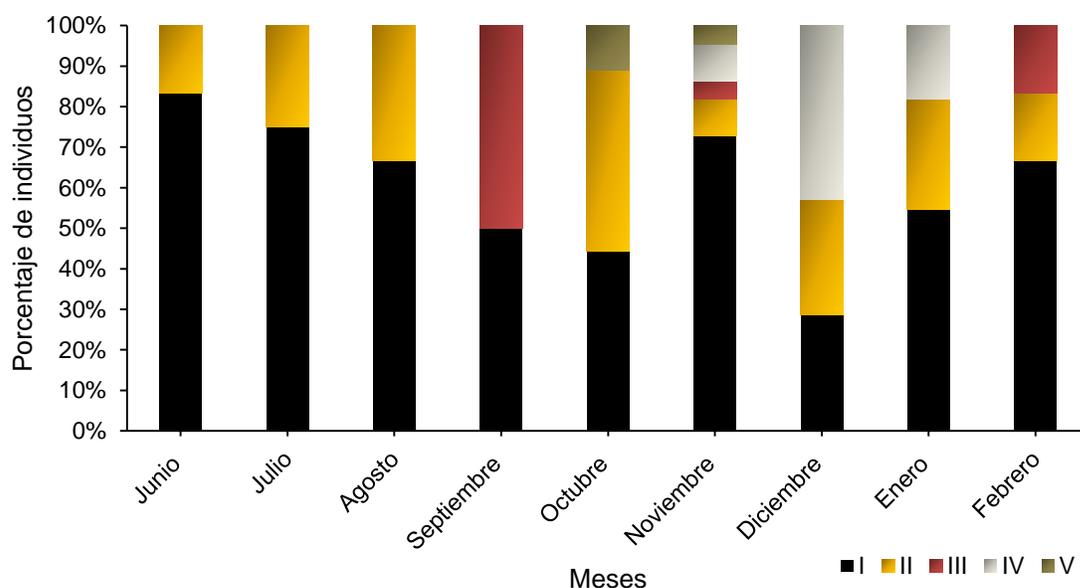


Figura 30: Estados macroscópicos para las hembras de *A. canteri* en la Ciénaga de Mallorca.

En el histograma de frecuencias de los estados macroscópicos realizados para los machos de *A. canteri*, se observó que al igual que las hembras los estados con mayor frecuencia fueron el I (Inmaduro) y II (Inicio de maduración), solo se presentaron machos en estado IV (Maduro) en los meses de enero y febrero y machos en estado V (Desovados) en el mes de enero.

En la figura 31, se puede observar que en los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre solo se presentaron individuos en estado I, II y III, durante estos meses el IGS presentó valores promedio y las variaciones fueron muy pocas, cabe resaltar que en el mes de octubre fueron encontrados machos incubando huevos, mes durante el cual también fueron encontrados hembras desovadas, en los meses de enero y febrero se encontraron machos espermiados y maduros respectivamente, que coincide con una disminución del IGS en enero y aumento en este índice en el mes de febrero.

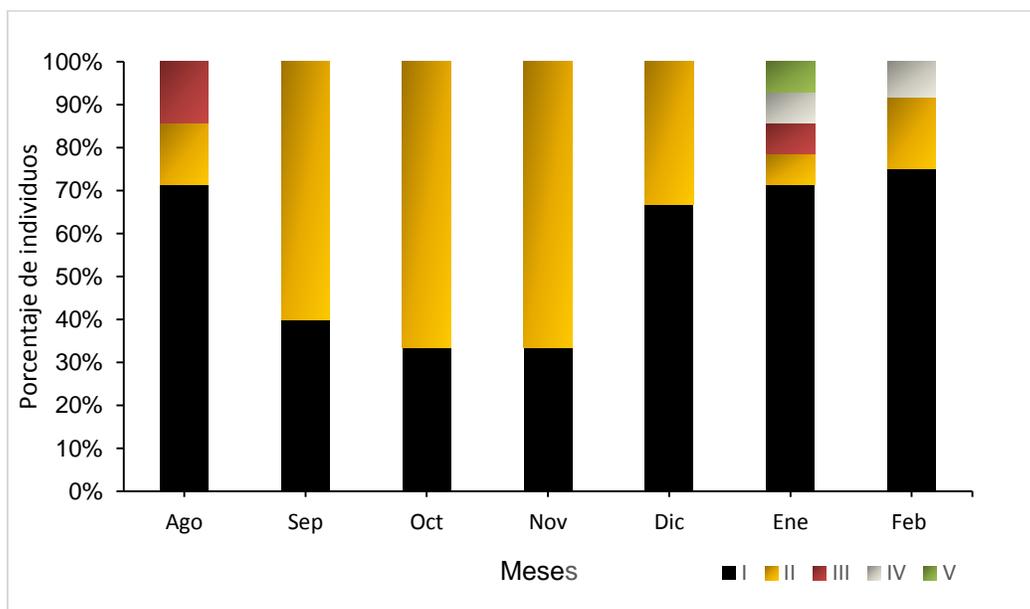


Figura 31: Estados macroscópicos para los machos de *A. canteri* en la Ciénaga de Mallorca.

6.2.8. Morfología de las gónadas de *Ariopsis canteri*

6.2.8.1. Morfología de los ovarios

Los ovarios de *A. canteri* son órganos pares alargados en sentido cráneo caudal localizados en la región dorsal de la cavidad abdominal. Estos se encuentran en forma de hilos cuando están en estado inmaduro (Fig. 32), una vez en desarrollo tienden a ensancharse ganando más tamaño, los lóbulos de estos ovarios se observan de un tamaño igual durante toda su etapa de desarrollo.

Los ovarios de *A. canteri* se encuentran envueltos por tejido conjuntivo denominado túnica albugínea, que a su vez se extiende hacia el interior del ovario formando las lamelas ovígeras por debajo se encuentra al epitelio germinal donde se encuentran las ovogonias. Los ovarios van cambiando su morfología cuando entran en el proceso de maduración evidenciado por un cambio en el color, irrigación sanguínea, tamaño y en la forma de los ovarios (Tabla. 4).

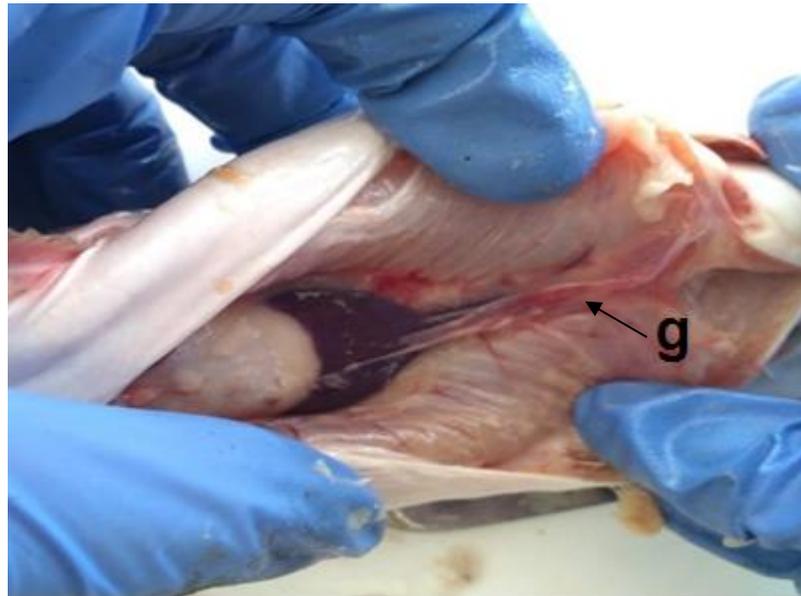


Figura 32: Vista macroscópica de la posición de las gónadas (g) de *A. canteri*.

6.2.8.2. Escala macroscópica de la maduración gonadal del ovario de *A. canteri*.

Tabla 4: Escala macroscópica de la hembras de *Ariopsis canteri*.

ESTADO	DESCRIPCIÓN	VISTA MACROSCÓPICA
INMADURO (I)	Los ovarios en este estado presentaron un color transparente con presencia de mucha irrigación sanguínea, estos ocupan menos de un tercio de la cavidad abdominal, no se evidencian los ovocitos a simple vista.	
INICIO DE MADURACIÓN (II)	En este estado los ovarios presentaron una coloración rosa pálido con un tamaño mediano, se observa irrigación sanguínea, tienden a ser alargados y delgados y en un extremo enrollado.	

<p>EN MADURACIÓN (III)</p>	<p>Los ovarios en este estado presentan una alta irrigación sanguínea, tomando un color amarillento observándose que la parte anterior es mucha más gruesa que en la etapa de maduración también se observan ovocitos a simple vista.</p>	
<p>MADURACIÓN (IV)</p>	<p>Los ovarios en este estado presentaron poca irrigación sanguínea alcanzando un gran tamaño, con una coloración naranja intenso ocupando dos tercios de la cavidad abdominal, los ovocitos presentes en este estado son de gran tamaño de un color amarillo intenso.</p>	

Desovado	En este estado se observó el ovario flácido arrugado de color crema, con poca irrigación sanguínea con apariencia hemorrágica presenta un menor tamaño que el estado anterior, ocupa casi la mitad de la cavidad abdominal, se observan algunos ovocitos atrésicos o residuales no desovados.	
----------	---	---

6.2.8.3. Morfología de los testículos de *Ariopsis canteri*

Los testículos de *A. canteri* son órganos tubulares pareados, en el estado inmaduro se observan con una coloración traslúcida y a medida que maduran estos van cambiando en peso color e irrigación sanguínea (Tabla.5).

6.2.8.4. Escala macroscópica de la maduración gonadal de los testículos de *A. canteri*

Tabla 5: Escala macroscópico de *A. canteri* para machos.

ESTADO	DESCRIPCIÓN	VISTA MACROSCÓPICA
--------	-------------	--------------------

<p>INMADURO (I)</p>	<p>Los testículos en este estado presentaron un color blancuzco, forma filiforme y poco desarrollada, ocupando menos de un tercio de la cavidad abdominal.</p>	
<p>INICIO DE MADURACIÓN (I)</p>	<p>Los testículos en este estado muestran una coloración blanco pálido con un agrandamiento visible con respecto al estado anterior, éstos ocupan un tercio de la cavidad abdominal.</p>	

<p>EN MADURACIÓN (III)</p>	<p>Los testículos presentan una coloración blanca con un agrandamiento visible con respecto a los dos primeros estados, ocupando aproximadamente un tercio de la cavidad abdominal.</p>	
<p>MADURACIÓN (IV)</p>	<p>El Testículo presenta un color crema y totalmente desarrollado con presencia de irrigación sanguínea, ocupando más de dos tercios de la cavidad abdominal.</p>	

<p>DESOVADO (V)</p>	<p>Testículos flácidos con gran capilaridad, presencia de esperma residual, se observan gran cantidad de vasos sanguíneos son más abundantes que en la fase anterior, se observa un decremento en peso con respecto al estado anterior.</p>	
---------------------	---	---

6.2.9. Descripción histológica de las gónadas de *Ariopsis canteri*

El ovario de *A.canteri* histológicamente está compuesto por tres tunicas distintas, la túnica interna es epitelio germinal, la segunda es la túnica albugínea compuesta por fibras musculares lisa y la túnica externa compuesta de epitelio simple, este último se observa eosinofilo con abundantes células germinales y lamelas ovígeras, las cuales son prolongaciones de epitelio germinal a manera de paquetes donde se encuentran los ovocitos dependiendo del estado de maduración.

6.2.9.1. Ovocito cromatina nucléolo

Este estado corresponde a la fase inicial de crecimiento del ovocito. En *A. canteri* estas células se encuentran localizadas en la periferia de las lamelas ovígeras se caracterizan por estar en grupos de números variados, pero separadas una de otra.

Estas células se presentan en forma poliédrica, de color morado (basófilos), tienen un **diámetro** pequeño que van de 13,2 a 77,9 μ con un valor promedio de 44,85 μ ; se caracterizan por presentar un núcleo grande y centrado, con nucléolos que van de 1-4 (Fig.33).

6.2.9.2. Ovocito perinucleolar

El ovocito perinucleolar aumenta su tamaño con respecto al anterior, se puede observar que esta célula aun presenta una forma poliédrica con un diámetro que va de 424 a 26,7 μ y con un promedio de 137,0 μ . El núcleo aumenta su tamaño y se produce una multiplicación de los nucléolos (Fig.34).

6.2.9.3. Ovocito alvéolo cortical

En este estado el ovocito aumenta de tamaño, la forma de este es irregular presentando un diámetro que va desde 721 a 29,5 μ con un promedio de 143,31 μ , este ovocito pierde su color basófilo; se observan abundantes esferas blancas que no se tiñen, cubren todo citoplasma e incluso a veces el núcleo. Alrededor del ovocito se observa la zona pelúcida como una línea eosinófila continua y la capa de células foliculares basófila la cual se observa con un gran número de núcleos basófilos (Fig. 35).

6.2.9.4. Ovocito Vitelogénico

El ovocito vitelogénico (Fig. 36.A). aumenta de tamaño con respecto al estado anterior, su forma es irregular presentan un diámetro de 2280 a 463 μ con un promedio de 1262,15 μ . Presenta un núcleo central, alrededor del ovocito se observa la capa de células foliculares con núcleos basófilos, la membrana pelúcida es muy visible se observa como una línea rosa continua (Fig. 36.B), además se observa una capa adicional rodeando el ovocito como una línea punteada basófila denominada teca. El ovocito vitelogénico se caracteriza por la aparición en el citoplasma de esferas rosadas denominados gránulos eosinófilos.

6.2.9.5. Ovocito maduro

Los ovocitos maduros disminuyen su tamaño con relación a los ovocitos vitelogénicos, presentando formas irregulares presentando un diámetro de 934 a 270 μ con un promedio de 498,6, en este estado los gránulos de vitelo se fusionan formando una yema sobre el citoplasma las cuales reciben el nombre de plaquetas vitelinas, el núcleo se observa estrellado ubicado en el polo animal y se denomina en este estado vesícula germinativa, alrededor del ovocito se observa la capa de células foliculares basófila y la teca externa (Fig. 37).

6.2.9.6. Folículos pos-ovulatorios

Los folículos postovulatorios se observan de forma irregular con diámetros que van de 2050 a 177 μ con un promedio de 674 μ , estos folículos se observan como sacos vacíos en su interior se observan restos de gránulos y abundantes gotas de grasa que no se tiñen, la capa de células foliculares cambia de plana a cúbica, adicionalmente se observa alrededor la teca (Fig.38).

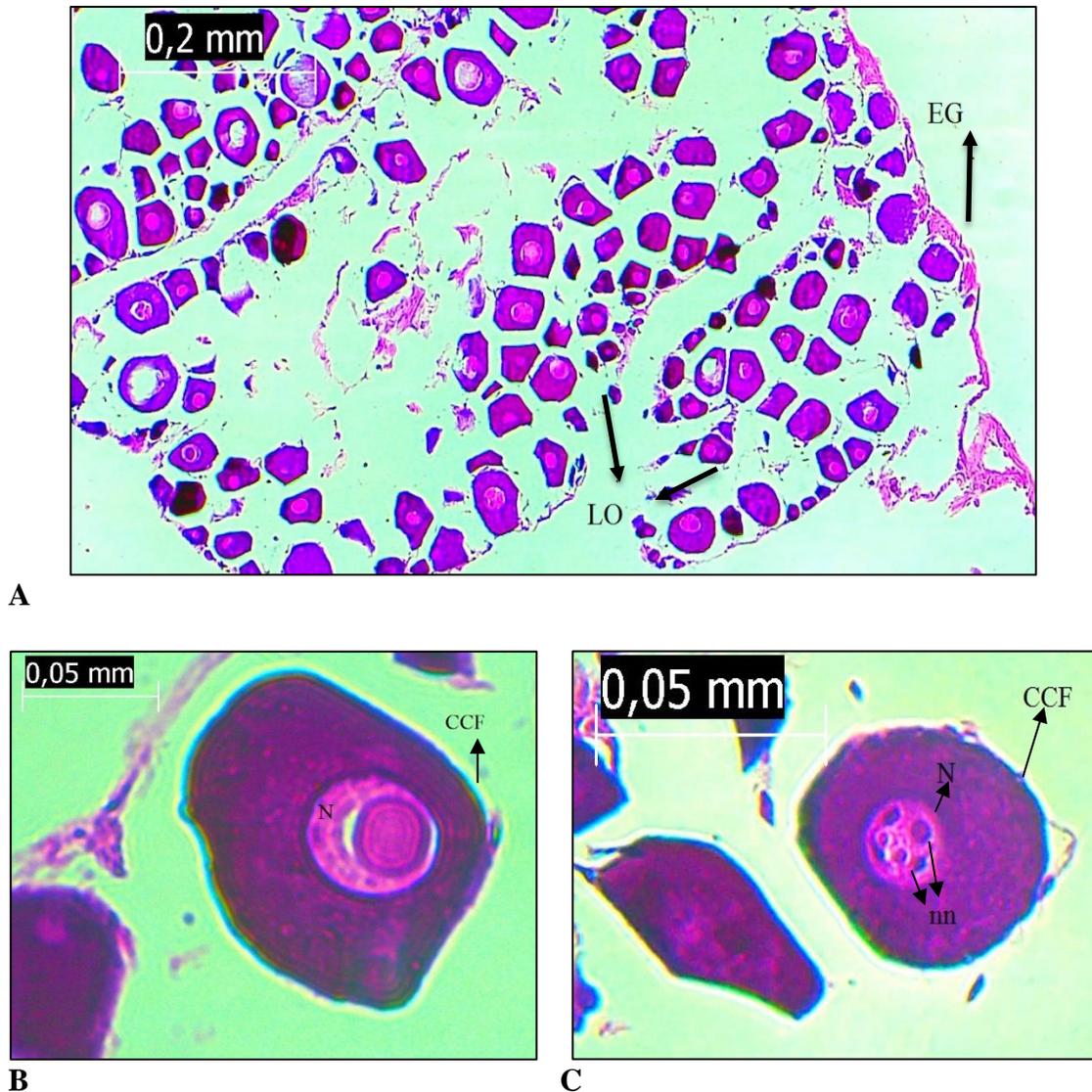


Figura 33: Corte longitudinal de un ovario inmaduro, **A.** se pueden observar las lamelas ovígeras (LO); epitelio germinal (EG); **B.C** Ovocito cromatina nucléolo Núcleo (N); Nucléolo (n); Capa de célula foliculares (CCF).



Figura 34: corte transversal de un ovario en inicio de maduración; Ovocito perinuclear, Núcleo (N); Nucléolo(n); capa de células foliculares (CCF); Fibras musculares (FM).

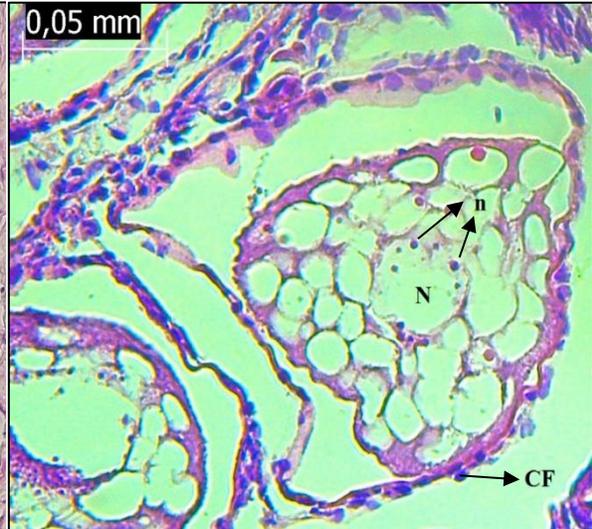
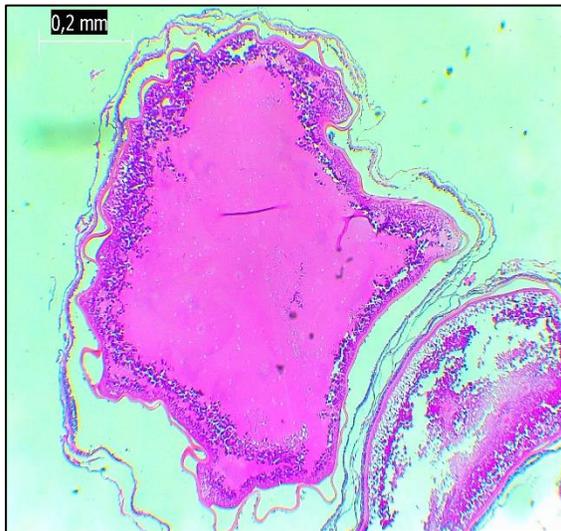


Figura 35: Ovocito Alveolo cortical; Núcleo (N); Nucléolo (n); Capa de células foliculares (CF).



A



B

Figura 36: A. Ovocito Vitelogénico B. Capa de células foliculares (CF); Membrana pelucida (MP); La teca (T).

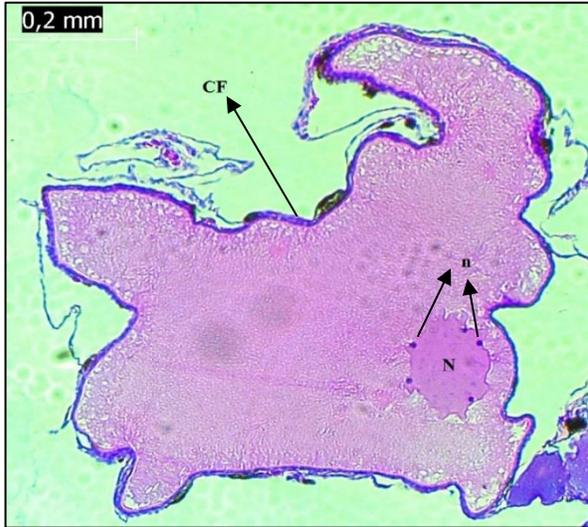


Figura 37: Ovocito maduro Núcleo(N); Capa de células foliculares (CF); Nucléolos (n).

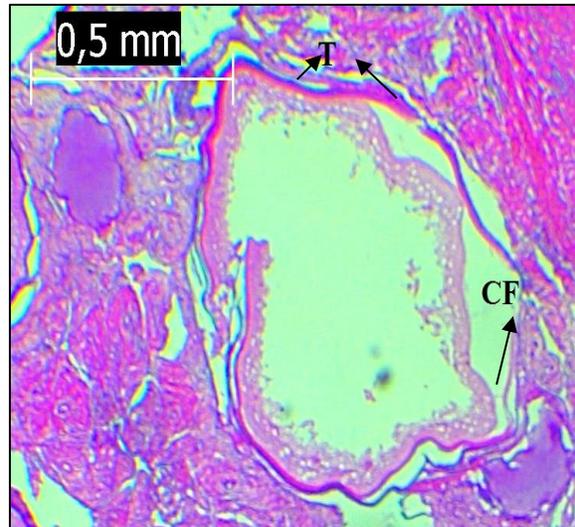


Figura 38: Folículos pos-ovulatorios, capa de células foliculares (CF); La Teca (LT).

6.2.9.7. Comportamiento de los estados microscópicos de madurez sexual de *Ariopsis canteri*

El chivo cabezón *A. canteri* presenta un tipo de ovario sincrónico en dos grupos; en este tipo de ovario se pueden apreciar dos lotes de ovocitos, uno que serán los ovocitos de stock de reserva y otro que constituirán los ovocitos que van a madurar para ser desovados durante el periodo de desove y lote de reserva comenzará a madurar para la próxima época de desove. En la figura 39 se pueden observar que los ovarios inmaduros se encuentran principalmente células primordiales germinativas, ovogonias y ovocitos cromatina nucléolo con un porcentaje mayor que las células ya mencionadas. En el estado inicio de maduración (II) se observan en mayor medida ovocitos alveolos corticales y pocos ovocitos vitelogénicos. En el estado en maduración (III) se encuentran en mayor porcentaje los ovocitos perinucleares seguidos de los ovocitos vitelogénicos característicos del estado; en el estado maduro (IV) se encuentran en mayor proporción los ovocitos vitelogénicos y aparecen los ovocitos maduros en pequeña proporción. En el estado desovado se encuentran en mayor proporción los folículos pos-ovulatorios seguidos de ovocitos vitelogénicos.

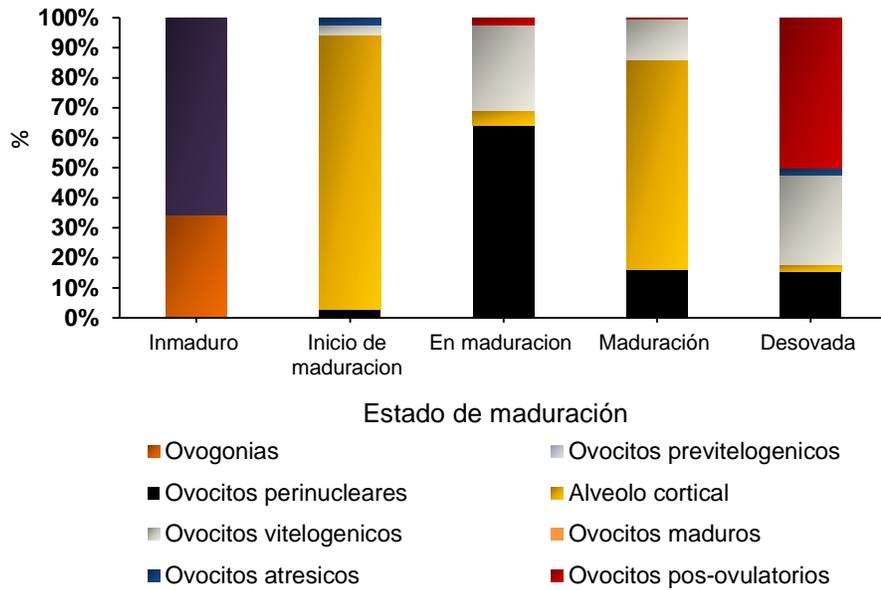


Figura 39: Histograma de frecuencia de los estados microscópicos de los ovarios de *A. canteri*.

En la figura 40 se pueden observar los valores promedio de la células sexuales encontradas en los diferentes estados de madurez de los ovarios de *A. canteri*. Estas células tendieron a incrementar su tamaño con el transcurso del desarrollo del ovario desde los ovocitos cromatina nucléolo hasta los ovocitos vitelogénicos se presentó un aumento en el tamaño de estas células; con respecto a los ovocitos maduros presentaron una disminución de tamaño con respecto a los ovocitos vitelogénicos.

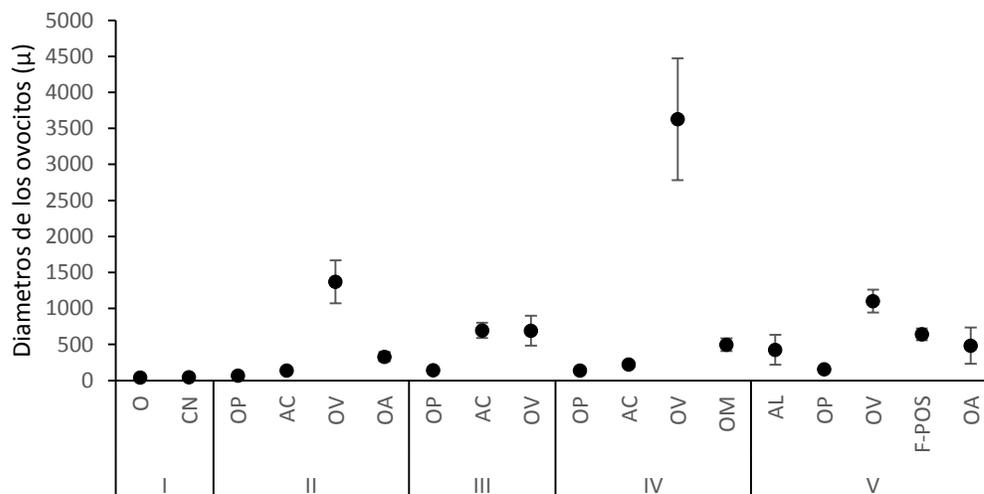


Figura 40: Dinámica del proceso de desarrollo gonadal femenino. Se muestran valores promedios (D.E) de los diferentes tipos de célula presentes en los estados de madurez de *A.canteri*.

6.2.10. Escala microscópica de los testículos de *A. canteri*

Los testículos de *A.canteri* están conformados por varios lóbulos, los cuales se encuentran separados entre sí por una delgada capa de tejido conectivo y se encuentran rodeados por la túnica albugínea la cual está compuesta por células fibrosas, en su interior se ubica el epitelio germinal.

El testículo está conformado por túbulos seminíferos los cuales muestran una forma espiralada en cuyo interior se observan células sexuales en todos los grados de desarrollo.

6.2.10.1. Espermatogonias

Las espermatogonias son células de gran tamaño que se tiñen basófilas presentan una forma irregular, con un gran diámetro y se ubican en la periferia de los túbulos seminíferos, la cromatina en estas células se encuentra condensada (Fig. 41).

6.2.10.2. Espermatocitos primarios

Los espermatocitos primarios disminuyen su tamaño con respecto a las espermatogonias, presentan forma irregular, se pueden observar el núcleo central basófilo; estos se encuentran ubicados en los cistos (Fig. 42).

6.2.10.3. Espermátocitos secundarios

Estas células presentan un tamaño más pequeño que los espermátocitos primarios, presentan formas esféricas, se puede observar el proceso de meiosis evidenciándose en división dos núcleos eosinófilos (Fig.43).

6.2.10.4. Espermátidas tempranas

Las espermátidas tempranas son células más pequeñas que las anteriores, son de forma esférica basófilas; se encuentran cercanas al lumen de los túbulos seminíferos (Fig.44).

6.2.10.5. Espermátidas tardías

Las espermátidas tardías disminuyeron sus diámetros con respecto a las espermátidas tempranas, presentan forma de pera y en la parte posterior aparece una pequeña prolongación de color rosa siendo este el principio de la cola del espermatozoide, en el centro se observa la cromatina condensada (Fig.45).

6.2.10.6. Espermatozoides

Los espermatozoides presentan una cabeza de forma esférica basófila (morada) con un diámetro que va de 7,11 a 1,24 μ y un promedio de 2,53 μ ; se encuentran ubicados en el lumen de los túbulos seminíferos (fig. 46.A) en testículos maduros pueden llegar a cubrir todo el túbulo seminífero (Fig.46B).

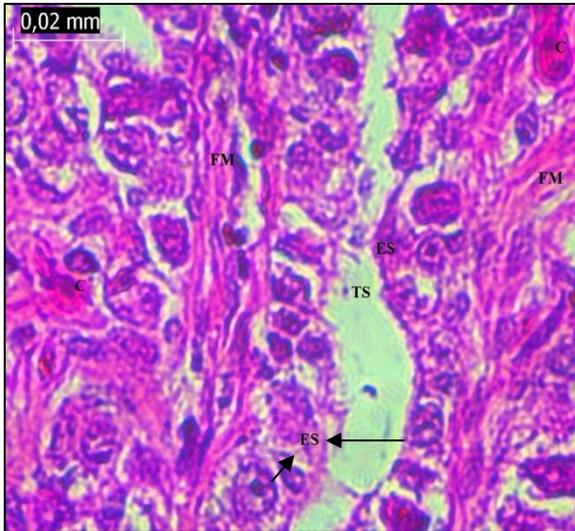


Figura 41: Corte longitudinal de testículos de *Ariopsis canteri*; en el que se señalan las Espermatogonias (ES); Túbulos seminíferos (TS); Capilares (C) y Fibras musculares (FM).

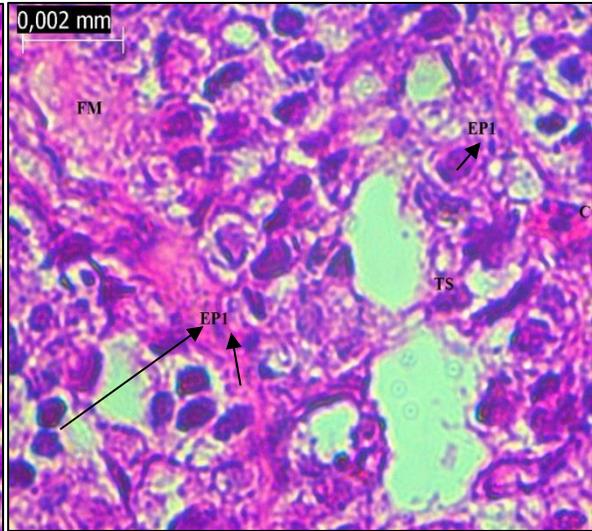


Figura 42: Corte longitudinal de testículos de *Ariopsis canteri*; en el que se señalan Los Espermatocitos primarios (EP1); Túbulos seminíferos (TS); Capilares (C) y Fibras musculares (FM).

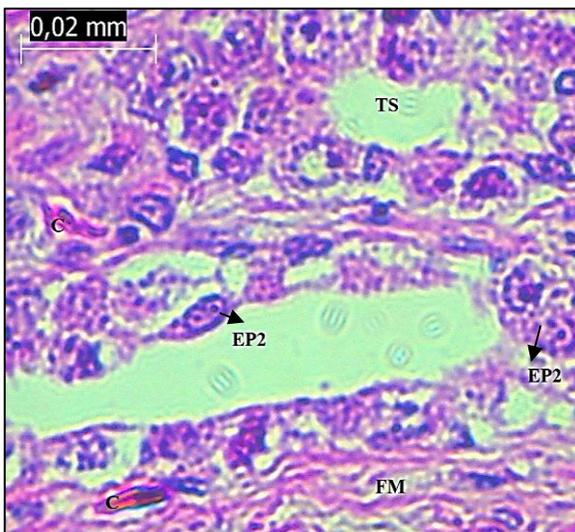


Figura 43: Corte longitudinal de testículos de *Ariopsis canteri*; en el que se señalan Los Espermatocitos secundarios (EP2); Túbulos seminíferos (TS); Capilares (C) y Fibras musculares (FM).

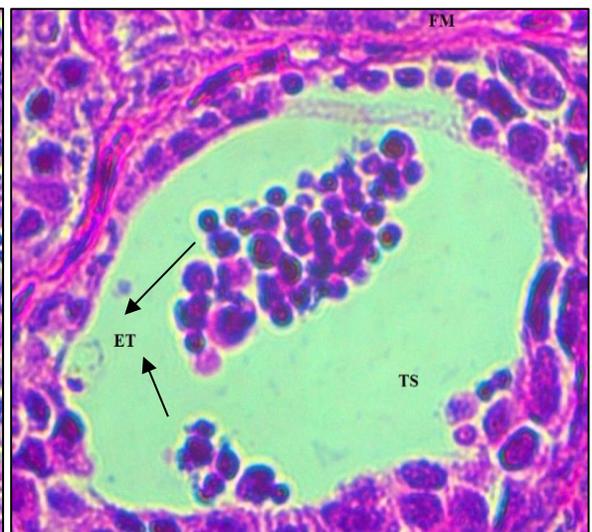


Figura 44: Corte longitudinal de testículos de *Ariopsis canteri*; en el que se señalan Las espermatidas tempranas (ET); Túbulos seminíferos y Fibras musculares (FM).

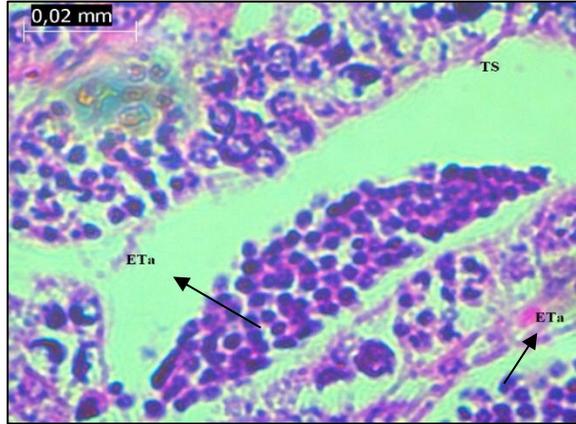
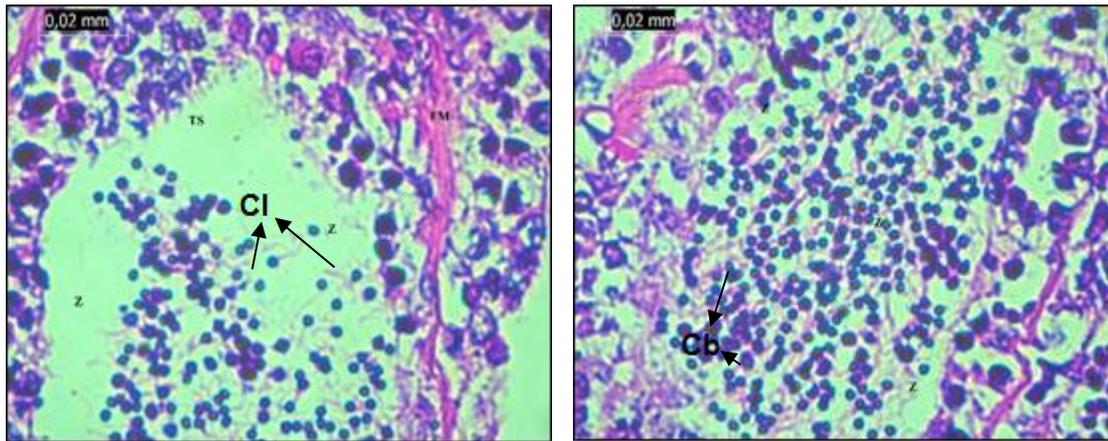


Figura 45: Corte longitudinal de testículos de *Ariopsis canteri*; en el que se señalan las espermátidas tardías (ETa) y Túbulos seminíferos (TS).



A

B

Figura 46: Corte longitudinal de testículos de *Ariopsis canteri*; en el que se señalan los espermatozoides (Z); **A.** espermatozoides en el centro de los túbulos seminíferos, cola de los espermatozoides (CI); **B.** espermatozoides cubriendo todo el túbulo seminífero (Z), cabeza de los espermatozoides (Cb).

6.3. RELACIÓN DE LOS ÍNDICES REPRODUCTIVOS CON LAS VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS

La relación de las variables físicoquímicas con los índices reproductivos (índice gonadosomático, índice hepatosomaticos y el factor de condición K), se pudo observar que los dos primeros ejes explicaron un 96,27 % de las varianza de los datos, el eje 1 esta explicando un 66,54% de la varianza mientras que el eje 2 explica un 29,73 %.

El índice gonadosomático (IGS) para hembras esta ubicado en el extremo positivo del eje 1, asociado a los muestreos realizado en los meses de noviembre y diciembre y con la variable oxígeno disuelto, salinidad y conductividad eléctrica; en el eje 2 en el extremo positivo se ubicaron los índices IGS, IHS y factor de condición K para machos asociados a los meses de agosto, septiembre, octubre y febrero con la variable de pH, con respecto al eje 1 negativo se hizo evidente la presencia de los índices IHS y factor de condición k de las hembras asociados con los meses junio y julio y las variables fisicoquímicas temperatura superficial del agua y la profundidad (Fig.47).

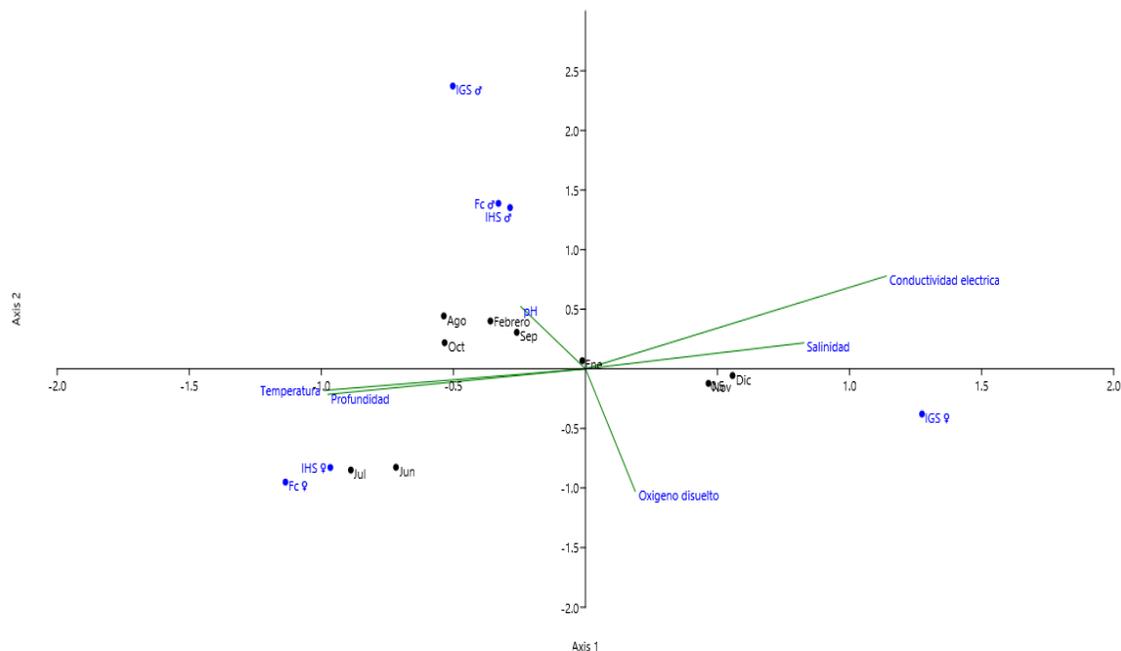


Figura 47: Analisis de correspondencia canónica (ACC) entre las variables fisicoquímicas y los índices reproductivos para ambos sexos.

7. DISCUSIÓN

En las lagunas costeras (LC), el grado de salinidad va a depender del aumento o disminución de la cantidad de agua dulce presentes en ella; pueden existir tres fuentes naturales posibles de la variación de la cantidad de agua dulce, en el caso de las estuarinas va a depender de la descarga por afluentes (Ferrerías , 2006). Al ser la CM una laguna costera estuarina (LCE) el cambio de su salinidad puede estar siendo influenciada por los afluentes de agua dulce; debido a que las estaciones en las que hay entrada de agua dulce como es el caso de la estación arroyo León (E1) y el Pozo (E3) presentaron los valores más bajos en salinidad y aquellas estaciones donde la entrada de agua dulce fue mínima o casi nula se observan los valores más altos de salinidad como la estación de la barra (E2) que tiene una conexión con el mar y la estación de centro (E5) estos resultados son semejantes a los hallados (Grupo de Investigación en tecnologías del agua, 2005) donde durante el muestreo los valores más bajos fueron encontrados en la cercanía del Arroyo León y los máximos en la barra costera y el centro. La CM de manera temporal no presento tantas diferencias en los valores de la salinidad lo que podría estar indicando que esta variable estaría dependiendo de la entrada de las aguas dulces provenientes del río Magdalena y aguas marina de Mar Caribe.

El nivel de agua de la CM temporalmente no mostró muchas fluctuaciones, estos resultados concuerdan con lo reportados por Ramos & Vargas en 2007 donde la CM no supero el metro de profundidad y no hubo variaciones a nivel temporal; espacialmente si se encontraron diferencias significativas, la estación del centro presento la mayor profundidad igual que en el trabajo reportado por (GITA- UNIVERSIDAD DEL NORTE , 2005), una de las estaciones con menor profundidad es la de arroyo de león a pesar de ser tan cercana al afluente del arroyo de león en un informe realizado en el 2018 se muestra que la CM en esta parte presenta abundante sedimentación razón por la cual la cienaga podría estar perdiendo profundidad en esta área.

La disminución de la temperatura en las LCE en escalas de tiempo larga, esta únicamente generada por el aumento en el volumen de agua dulce y en escalas de tiempos cortos puede estar dependiendo de las precipitaciones excesivas (Fuentes, 2006). La CM temporalmente presento valores variables en la temperatura, disminuyendo en los meses de diciembre hasta

febrero (>26,88), esta disminución puede verse influenciada por la entrada de agua dulce. Especialmente la temperatura permaneció constante en la mayor parte de la CM, la más alta se encontró en las estaciones de las Flores (E4) y la Playa (E6), se evidenció que la temperatura en la barra (E2) disminuyó al igual que la estación de la barra (E3); estos mismos resultados fueron reportados por Daza & Arciniegas (2002) GITA- UNIVERSIDAD DEL NORTE (2005) donde las temperaturas más altas se presentaron en los puntos de descarga de las aguas servidas de los barrios las Flores y el Corregimiento de la Playa mostrando la contaminación presente en estas zonas, también se observó que la temperatura en límites de la barrera costera disminuyó ocasionado por la cercanía con el intercambio de agua con el Río Magdalena.

En la CM el oxígeno disuelto temporalmente se mantuvo constante, con valores entre 3,1 y 4,8 mg/L, presentando el valor más bajo en el mes de febrero, estos valores son bajos con respecto a los niveles óptimos para una laguna costera como lo es la CM Rodríguez (2009) hace alusión a que en las lagunas costeras estuarinas sus niveles de OD deberían estar por encima de 4 mg/L debido a que esto favorece las condiciones óptimas para el desarrollo de especies marinas mientras niveles de 1 a 3 mg/L pueden estar indicando condiciones de hipoxia las cuales pueden ser perjudiciales para la vida marina y los niveles por debajo de 1 mg/L indican anoxia la cual no es apta para ningún organismo que requiera de oxígeno. De manera espacial se pudo observar que los valores más bajos se presentan en la E1; se evidencian valores críticos por debajo de los límites de calidad de OD donde el valor máximo fue de 3,57 mg/L y el mínimo fue 1,2 mg/L estos valores podrían generarse debido a la cantidad de materia orgánica de las descargas del Arroyo de León, en trabajos como los de Daza y Arciniegas, 2002 (GITA- UNIVERSIDAD DEL NORTE , 2005) también se muestran valores bajos para el OD en esta parte de la CM pero con valores entre 3,5 y 4,5 mg/L, mostrando una disminución de esta variable a través de los años.

Los valores de pH óptimos de conservación de flora y fauna en aguas estuarinas deben estar entre 6,5 y 8,5 valores menores son consideradas ácidas con un gran peligro para las especies que allí habitan; la CM presentó valores de manera temporal que oscilaron entre 7,03 y 8,99, el mes con pH más bajo se presentó en junio, este mismo resultado fue obtenido por (Mangones-Cervantes & Leon-Luna , 2014), estos autores asocian estos resultados con una

mayor entrada de agua del Rio Magdalena, lo que le puede otorgar valores de pH más bajos; y los valores más altos en los meses de julio, agosto y septiembre esto se puede dar por mayor entrada de agua salada durante estos meses. Especialmente se observó que las estaciones con mayor entrada de agua dulce presentaron pH más bajos como lo son la estación de arroyo de León y el pozo siendo esta la que tiene la entrada de agua del Rio Magdalena; estos resultados concuerdan con los reportados para este mismo cuerpo de agua (Ramos & Vargas , 2008); por otro lado la estación donde se presentó el valor más elevado de pH fue la estación de las flores la cual funcionaba antiguamente como botadero de basura y hay entrada permanente de lixiviados.

La conductividad eléctrica en la CM presento valores superiores a 10000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ siendo estas la condición característica por el intercambio que presenta, esta ciénaga con el mar caribe, esta variable presenta una estrecha relación directamente proporcional con la salinidad, debido a que si una aumenta la otra también lo hará, esto se puede observar en los valores más altos de conductividad registrados en la estación de la barra la cual presenta uno de los valores más altos de salinidad. También se pudo observar que durante los meses de muestreo esta variable presento diferencias de un mes a otro puede ser que la entrada de agua dulce a la laguna; los resultados encontrados en este estudio son similares a los encontrados en (GITA- UNIVERSIDAD DEL NORTE , 2005), los valores máximos se presentaron en la barra costera y los mínimos en el arroyo león. Por otra parte, también se pudo observar que la parte central de la ciénaga presentó una disminución que puede deberse a la mezcla que se encuentra en esta parte de la CM.

Durante los nueve meses de muestreo *Ariopsis canteri* presentó una abundancia de 123 individuos, el promedio registrado de longitud total (Lt) para hembras y machos fue de 48,6 y 35,5 cm respectivamente, esta longitud es mayor a la registrada por Galvis (1984) y Acero (2002) en la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM), la especie presento una Lt de 46 cm para hembras y 34 cm para machos. Otros estudios también realizados en CGSM con Lt de 42 y 34 cm para hembras y machos respectivamente (Chaparro *et al*, 2002), en la Laguna Costera Neotropical en la Ecorregión Darién Colombia se reportó una Lt para ambos sexos de 32 cm (Sandoval *et al*, 2014).

La talla es una magnitud lineal y el peso proporcional al cubo de la talla, durante el crecimiento de los peces la mayor parte de ellos tienen dimensiones diferentes; si el pez al crecer conserva sus proporciones corporales y su gravedad específica constante tendrá un crecimiento isométrico ($b=3.0$), cuando b es mayor o menor que 3.0 el crecimiento es alométrico y el pez llega a ser más pesado o menos pesado para la longitud que tiene (Bagenal & Tesch, 1978).

En la especie *A. canteri* el valor de b fue de > 3 (3,14), mostrando un tipo de crecimiento alométrico positivo, lo que podría estar indicando que el incremento en peso es mucho más rápido que el incremento en talla, actualmente no se tiene un registro del tipo de crecimiento que presenta esta especie o aún no está publicado.

Dentro de la familia e incluso dentro del mismo género algunas especies presentan diversos tipos de crecimiento, como en las especies de *Bagres marinus* y *Bagre panamensis* las cuales presentaron crecimiento isométrico y alométrico positivo respectivamente (Palacios-Barrios, 2009; Zabaleta-Leal *et al.* 2019); lo que concuerda con algunos estudios donde se reafirma que el coeficiente de crecimiento puede variar entre especies e incluso entre poblaciones de la misma especie (Bagenal & Tesch, 1978). Por otro lado en diferentes especies y distintos ambientes el valor de b en condiciones naturales oscila entre $2.0-4.0$ (Bagenal & Tesch, 1978; Tresierra & Culquichicon, 1993); el valor obtenido para *A. canteri* se encuentra dentro del rango de condiciones naturales.

En cuanto a la proporción sexual de *A. canteri*, se observó una dominancia de hembras (73) sobre machos (50), esta proporción es diferente de la esperada en los meses de noviembre (7:0,13), octubre (3:0,3) con una dominancia de hembras sobre machos y una dominancia de machos sobre hembras en los meses de septiembre (0,4:2,5) y febrero (0,5:2), esta dominancia de hembras sobre machos es reportada para muchas especies de la familia Ariidae (Pinheiro *et al.* 2006, Queiroga *et al.* 2012, Zavala-Leal. *et al.* 2019); Yañez-Arancibia *et al.* en 1976 hacen referencia a que se da una dominancia de hembras sobre machos como una estrategia reproductiva para la perpetuación de las especies debido a que la familia se caracteriza por presentar una baja fecundidad, sin embargo globalmente no se presentaron diferencias con una proporción aproximada (1,46:1, H:M) sin observar diferencias significativas lo que muestra que el resultado encontrado es similar al esperado (1:1), en los

meses de agosto, diciembre y enero no se presentaron diferencias y el resultado fue similar al esperado, lo cual coincide con la especie de la Ariidae *Occidentarius platypogon* donde la proporción fue 1:1 no cambio estacionalmente los autores hacen alusión a que no hay agregación de hembras o machos durante los periodos reproductivos (Amezcuca & Muro-Torres, 2012). Durante los meses de junio y julio se presentó una dominancia por parte de las hembras de *A.canteri*, quizás los machos de *A. canteri* durante estos meses se internan de esta manera su captura no sea fácil, debido a que los machos de los áridos se agrupan en lugares específicos para incubar sus huevos (Acero, 2002; Gomes & Araujo, 2004).

Los índices morfofisiológicos como el IGS, IHS y el factor de condición K, fueron utilizados para evaluar el periodo reproductivo de *A.canteri*, el IGS es un indicador de desarrollo de los ovarios y testículos, debido a que alcanza su valor máximo antes del desove y la espermiación (Vazzoler , 1996; Villacorta & Saint, 1999). El índice gonadosomático calculado para *A.canteri* en hembras y machos evidenció un pequeño pico reproductivo en el mes de septiembre, aunque no fueron encontradas hembras maduras (IV) en este mes, sin embargo, se logró observar al mes siguiente hembras en estado desovado (V) para las hembras se muestra otro periodo reproductivo desde los meses de noviembre a enero encontrando hembras en estado maduro (V) y los valores más altos en el IGS, la época de desove podría estar presentándose en los meses de octubre y febrero con un tipo de desove sincrónico en dos grupos. Para los machos se observó el pico más alto en el mes de febrero y en el mes de diciembre el cual coincide con el IGS más alto de las hembras, los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con la época reproductiva de la especie en la Ciénaga de la virgen y la Ciénaga de Tesca donde esta presentó su pico reproductivo en el mes de noviembre y la época de desove entre el mes de diciembre y febrero (Amezcuca & Muro-Torres, 2012) (Riaño & Salazar , 1982; Toro & Villa , 1983). En la ciénaga Grande de Santa Marta el desove de la especie parece cubrir todo el año, presentando un pico reproductivo en los meses de abril-junio (Galvis, 1983); en otra investigación realizada en CGSM por Moreno *et al.* (2001) estimaron que la época de desove se extiende desde agosto hasta octubre

El índice hepatosomático permite cuantificar los cambios cíclicos en el peso del hígado, que se dan primordialmente debido a la acumulación de lípidos y la síntesis de vitelogenina, precursora del vitelo almacenado en los ovocitos durante la vitelogénesis, en muchos machos

de los teleósteos este índice no es usado para evaluar periodos reproductivos, debido a que en ellos no se añaden precursores de la vitelogenina por que no aseguran la nutrición al futuro embrión (Bohemen *et al.* 1981, Saborido-Rey, 2004); Love en 1970 hace referencia a que este índice es útil en aquellas especies en las que el hígado juega un papel importante en la acumulación de reservas alimenticias, en los machos de *A. canteri* no se presentaron muchas variaciones en el IHS temporalmente, también se pudo evidenciar que el IGS y el IHS no presentaron una relación directamente proporcional lo que mostraría que los machos de esta especie no está acumulando reservas alimenticias en su hígado.

A diferencia de los machos en las hembras de *A. canteri*, el índice hepatosomático si mostró variaciones temporalmente, pero no presentó una relación directamente proporcional con referencia al IGS, lo que podría estar indicando que las hembras de esta especie, durante el proceso de vitelogénesis el hígado no está acumulando reservas y tampoco segregando vitelogeninas, Acevero *et, al* en 2007 hacen referencia a que si no hay relación entre estos dos índices sugieren que se utilizan los recursos alimenticios disponibles para costear el gasto en reproducción sin acumular reservas.

El factor de condición K (FC), es un índice que refleja las variaciones somáticas indicando la energía almacenada como proteínas y lípidos corporales que pueden ser movilizadas por los organismos para enfrentar los requerimientos en periodos sin alimentación o durante la reproducción es por ello que se espera que al igual que el IHS presente una tendencia opuesta con el IGS (Saborido-Rey, 2004).

En *A. canteri*, los valores de FC mostraron valores homogéneos durante el tiempo de muestreo y con valores similares para ambos sexos, los meses con mayor valores para las hembras fueron los meses de junio y julio, no se encontró una relación inversa para el factor de condición K y el IGS en ambos sexos, en un estudio realizado en una especie de la familia Ariidae, también fueron encontrados valores similares entre ambos sexos y al igual que en los machos de *A. canteri* el pico más alto de FC fue en el mes de octubre, en esta investigación tampoco fue encontrada una relación inversa entre el FC y el IGS (Zabala-Leal, *et al*, 2019).

En la especie *A.canteri* se observó que el factor de condición K y el índice hepatosomático no mostraron una asociación inversa con el índice gonadosomático, lo que podría estar indicando que los individuos de esta especie utilizan mayormente la energía obtenida de la alimentación inmediatamente y constante para sus gastos reproductivos.

Autores como Rijinsdop (1994) hacen referencia a que esta estrategia es utilizada por algunas especies de lenguados, donde los individuos no dejan de consumir alimentos durante la época de reproducción y la energía obtenida, se transfiere en un alto porcentaje a la actividad reproductiva los organismos continúan con la ingesta de alimento durante la época de reproducción, la ventaja es que el organismo se mantiene alimentándose durante todo el tiempo, para tener energías suficientes para mantener un largo periodo reproductivo de 4 a 5 meses. Lo que podría estar ocurriendo con *A.canteri* ya que las hembras presentan un periodo reproductivo que cubre los meses desde septiembre posiblemente hasta febrero.

La familia Aridae se caracteriza por presentar una fecundidad baja, lo que ha llevado a la familia a generar mecanismos que aseguren una alta supervivencia de los huevos y las larvas, destacándose estrategias reproductivas para la perpetuación de las especies pertenecientes a esta familia, entre las estrategias se encuentra una gran proporción de hembras en las poblaciones, periodos amplios de reproducción, huevos de gran tamaño y gran cantidad de vitelo (Yáñez-Arancibia *et al.* 1976).

Ariopsis canteri presentó una fecundidad de 30 a 57 ovocitos, con un promedio de 45 ovocitos maduros, siendo este el registro más alto en términos de fecundidad para la especie reportado hasta el momento; en trabajos como el de Galvis (1983), Moreno *et al.* (2001), Acero (2002) y Chaparro *et al.* (2002) realizados en la Ciénaga Grande de Santa Marta, la especie presentó un promedio de 36, 39, 36 y 32 ovocitos respectivamente.

Autores como Gómez & Araujo (2002), Amezcua & Muro-Torres (2012), hacen referencia a que la baja fecundidad de bagres de la familia Ariidae como *S. luniscutis*, *G genidens* y *O. platypogon*, esta limitada por el espacio disponible en la cavidad bucal de los machos, los cuales presentan una incubación oral, este podría ser el caso de *A.canteri* donde también fueron encontrados machos incubando ovocitos maduros en su totalidad con una coloración amarilla y de gran tamaño en el mes de noviembre. En una investigación realizada en la

ciénaga de Tesca con el chivo cabezon tambien fueron encontrados machos realizando cuidado parental, con incubacion por parte de los machos de 50 a 70 dias (Toro & Villa , 1983).

Las especies con estrategias K, tienen una fecundidad con pocos huevos, de mayor tamaño y puestas cortas; por tanto las opciones posibles para asegurar la descendencia en los peces se reducen a dos: aumentar el número de huevos o aumentar su tamaño. Así la fecundidad tiende a ser alta donde los huevos son liberados al exterior con puesta pelágica, se reduce cuando la puesta es demersal, es considerablemente menor en las especies que ofrecen protección a los huevos y mínima en los que muestran cuidado parental (Saborido-Rey, 2004), *A. canteri* estaria presentando una estrategia K, debido a que presenta una baja fecundidad y ovocitos de gran tamaño que oscilaron entre 0,3 y 1,7 cm con un promedio de 1 cm.

La fecundidad es relacionada con la talla y el peso, según Tyler & Sumpter (1996) Saborido-Rey (2004) la relación entre la longitud del pez y la fecundidad es de tipo exponencial, la tasa de incremento de la fecundidad con respecto a la talla (b) en los peces tiene un valor medio alrededor de tres, pero su rango de variación es de uno a siete. Como regla general b es más alta en especies de vida corta y mortalidad larvaria elevada que en especies longevas de supervivencia larvaria alta y la relación entre fecundidad y el peso es prácticamente lineal, siendo los peces más pesados generalmente los más fecundos; con respecto a esto *A. canteri* no presento una relación exponencial entre la LT y la fecundidad si no de tipo lineal con un valor menor de b menor que tres lo que podría indicar que es una especie longeva de supervivencia larvaria alta, con respecto a la relación entre la fecundidad y el peso total no se encontró una relación lineal, lo que podría estar indicando que necesariamente las hembras con mayor peso no son las que presentan mayor número de ovocitos maduros.

La talla mínima de madurez (TIM) de *Ariopsis canteri* fue de 27,3 y 25,6 cm para hembras y machos respectivamente, observándose que no se encontró una gran diferencias entre ambos sexo, en estudios donde fue hallado la TIM en la CGSM fue reportada una talla de 22,0 cm para hembras y 24,0 cm en machos y el Rio Sinú la especie presento tallas de 27,0 y 29,0 cm para hembras y machos respectivamente (Galvis, 1983, Olaya-Nieto *et al.* 2007).

La talla media de madurez sexual (TMM), solo fue realizada para hembras y sexos combinados, no se logro obtener la TMM para machos debido a que el numero de machos maduros fue muy bajo, la TMM para hembras fue de 31,9 cm y la de sexos combinados fue de 28,6 cm; en un estudio reportado por (Moreno, Vargas , & Yie , 1945) para la CGSM la TMM para hembras fue de 32,9 cm siendo esta similar a la encontrada en la CM, en trabajos mas recientes la TMM fue estimada en 36.5, 32.4 y 36.1 cm Lt para hembras, machos y sexos combinados respectivamente (Olaya-Nieto *et al.* 2007). Lo que muestra que las TMM para la CM, son mas pequeñas que las reportadas para otros cuerpos de agua. (Saborido-Rey, 2004) hace referencia a que el cambio de la talla de madurez, producto de la pesca es un rasgo que es heredable por lo cual cambios a tallas menores pasaría a ser función de los cambios en la frecuencia genotípica en la población a lo largo del tiempo por lo cual mediante la selección artificial se favorecerá el genotipo de peces que alcancen la madurez a una talla más temprana para poder compensar la pérdida de biomasa reproductora. Situación que se podría estar generando en la CM, donde la especie como estrategia de vida está reproduciéndose a menores tallas para poder sobrevivir.

La clasificación macroscópica es uno de los métodos para evaluar el grado de desarrollo gonadal siendo el mas sencillo pero uno de los mas inciertos, es efectuado asignando a los individuos características que se pueden observar a simple vista, mucho de los esquemas que existen estan diseñados para especies concretas, la mayor parte de ellas pueden ser clasificadas según una escala simple de cinco puntos, tales como: inmaduro (juvenil), maduración inicial, maduración final, puesta y postpuesta (West, 1990). *A. canteri* presento cinco estados gonadales, inmaduro (I), inicio de maduración (II), en maduración (III) maduro(IV) y desovado(hembras) espermiado(machos) (V), en ambos sexos se presento una dominancia del estado (I), solo se presentaron hembras (II) en los meses de septiembre, noviembre y febrero, hembras en estado (IV) noviembre,diciembre y enero y en estado (V) en el mes octubre y noviembre, para el caso de los machos presentaron estados inmaduros en todos los meses y machos en estado maduro en los meses de enero y febrero, en especies como *Occidentarius platypogon*, perteneciente a la familia Ariidae fueron encontrados seis estadios gonadales, donde durante el periodo reproductivo se caracterizó por la presencia de gónadas maduras y desovadas, el periodo de inactividad se dio la presencia de gonadas inmaduras o en recuperacion (Amezcuca *et al.*, 2012).

Ariopsis canteri como se había mencionado presentó cinco etapas gonadales caracterizadas tomando en cuenta los trabajos de dos especies de la familia Ariidae *Genidens genidens* y *Cathorops spixii* (Gomes *et al* 2004); evidenciándose en el estado inmaduro ovarios de forma filiforme a medida que estos fueron desarrollándose los lóbulos presentaron un aumento de su tamaño con color traslucido evidenciando ovocitos muy pequeños, cabe resaltar que en el estado en maduración *A.canteri* uno de los lóbulos de los ovarios mostró un alargamiento y enrollamiento en la parte final, esta característica no ha sido reportada en especies pertenecientes a la familia.

El estado maduro se caracterizó por presentar una forma lobulada, de color amarillo intenso, esta coloración es dada por el gran tamaño de los ovocitos vitelogénicos que se encuentran en la parte posterior del ovario y en la parte anterior se observaron huevecillos de un tamaño reconocible, se observó que en el quinto estado la gónada se tornó flácida evidenciando una puesta, siendo estas las mismas características en la especie *Occidentarius platypogon* (Amezcuca & Muro-Torres, 2012). Cabe mencionar que en esta investigación no fueron halladas hembras en estado de reabsorción siendo este el sexto estado hallado para la mayoría de las especies de la familia Ariidae.

Los testículos de *A.canteri*, mostraron una forma filiforme en su estado inmaduro a través de su desarrollo llegaron a tomar una forma más lobular, las características encontradas para la descripción macroscópica de los machos de esta especie, concuerdan con los reportados para los machos de la especies de *Bagre marinus*, *Cathorops spixii*, *Genidens genidens*, donde se pudo evidenciar variaciones de la forma que fueron de filiforme a lobular a través del proceso de maduración hasta una evidente flacidez después del proceso de espermiación (Gomes *et al*; 1999; Segura-Berttolini, 2011).

El análisis de cortes histológicos de las gónadas, genero información más precisa del estado de desarrollos de los ovocitos. *A.canteri* mostro cambios puntuales durante el proceso de ovogénesis y espermatogénesis a nivel histológico, para el proceso de ovogénesis se pudieron observar las dos fases planteadas por Wallace & Selman (1981) donde este proceso en los teleósteos se puede dividir en dos; la fase previtelogénica, que se da cuando hay un crecimiento que generalmente se presenta de forma lenta; en los ovarios inmaduros se observó la presencia de ovocitos cromatina nucléolo con su respectivo núcleo, en el corte

del ovario en inicio de maduración se logró observar claramente los ovocitos alvéolos corticales presentando un aumento de tamaño y de forma irregular perdiendo color; también se pudo evidenciar la fase vitelogénica que se caracteriza por un crecimiento más rápido, esta se caracteriza por la gran cantidad de vitelo que gana el ovocito vitelogénico, en esta etapa se mantuvo la forma irregular pero una pérdida total del núcleo podría ser que se encontraba cubierto por la cantidad de vitelo, estas características son similares a la reportadas por (Gomez & Araujo, 2002), con una diferencia que los ovocitos maduros en las especies *S. luniscutis* y *G.geniens* presentaron el vitelo totalmente fusionado y el núcleo no se hace visible debido a la desintegración de la membrana nuclear y la dispersión de su contenido citoplasmático, en la especie *A.canteri* estos ovocitos presentaron un tamaño menor que los vitelogénicos y el núcleo se observó totalmente migrado al polo animal y de una forma totalmente uniforme.

Según (Saborido-Rey, 2004) el tipo de ovario sincrónico por grupos se caracteriza por que al menos hay dos grupos de tamaños de ovocitos presentes al mismo tiempo, el grupo de ovocitos de mayor tamaño corresponde a los huevos que potencialmente serán liberados durante el ciclo reproductivo. *A.canteri*, presenta un tipo de ovario sincrónico por grupos debido a que presentan dos lotes de ovocitos dentro de los ovarios especialmente en el estadio de maduración, donde se observó un lote de ovocitos maduros que es el que sería liberado durante el ciclo reproductivo y un segundo lote de ovocitos vitelogénicos que constituyen el stock de reserva que serían los ovocitos expulsados en el próximo ciclo reproductivo.

Los testículos de *A.canteri* a nivel histológico han sido poco estudiados, este chivo presentó una estructura de tipo lobular, autores como (Grier , 1981; Billard , 1986) hacen referencia a que estos testículos caracterizan a la mayoría de los teleósteos se compone de una serie de lóbulos separados por tejido conectivo y con un solo lumen central. Los cortes histológicos de los testículos del chivo cabezón, mostraron cambios del epitelio germinal, el proceso de la espermatogénesis mostró una disminución gradual de las células espermáticas donde se evidenció una disminución notoria de las espermatogonias a los espermatozoides estos mismos resultados fueron encontrados para los machos de las especies *Bagre marinus*, *Sciadeichthys luniscutis* *Genidens genidens* (Gomes & Araujo , 2002; Segura-Berttolini,

2011) pertenecientes a la familia Ariidae, lo que podría estar indicando que *A. canteri* presenta las mismas características a nivel histológico comunes en la familia Ariidae.

Los teleósteos para llevar a cabo el proceso de reproducción están condicionado por factores externos e internos; durante el crecimiento del pez los niveles hormonales involucrados en este proceso, mantienen una tasa constante de producción relativamente baja; una vez llegada la madurez gonadal, la actividad hormonal es alterada por diferentes factores externos como temperatura, fotoperiodo, oxígeno disuelto, pH, corrientes y conductividad eléctrica, estos cambios son percibidos por el pez a través de sistemas sensoriales y receptores específicos (Zanuy & Carrillo , 1991; Sloman , 2011). Aunque para especies estuarinas, aún siguen muchos interrogantes acerca de los factores que afectan el ciclo reproductor, debido a la amplia gama de los modos de reproducción que despliega sugieren que existe una gran plasticidad en respuesta a la dinámica del ambiente (Day *et al.*, 1989)

A. canteri mostró su evento reproductivo desde septiembre hasta febrero siendo septiembre, octubre y noviembre los meses donde se presentaron mayores precipitaciones y diciembre, enero, febrero meses donde los niveles de lluvias estuvieron en cero, lo que podría estar evidenciando que la época reproductiva de la especie estaría asociada con los meses de lluvia, Rimmer & Merrick en 1983 hacen referencia que la familia Ariidae se caracteriza por presentar sus eventos reproductivos generalmente cuando ocurren altas precipitaciones de más o menos 450 mm, en algunos estudios realizados en especies de la familia como *B. marinus* la preparación para el evento reproductivo se manifestó durante la temporada de lluvia reflejándose en los valores más altos de IGS y la disminución del factor de condición (k) (Segura-Bertolini, 2011).

La temperatura en la CM durante los nueve meses de muestreo no se mostró tan variable, durante los picos más notables del IGS se observó una disminución de esta variable y un pequeño aumento de esta en la época de desove presentada en el mes de febrero, por otro parte en el análisis ACC se evidencio una relación entre los índices IHS y factor de condición K de las hembras con la variable temperatura. estos mismos resultados han sido encontrados para especies como *Galeichthys caerulescens*, *Sciadeichthys luniscutis* *Genidens genidens* y *Occidentarius platypogon* pertenecientes a la familia Arridae donde el periodo de desove se

da en verano durante el aumento de la temperatura (Barbieri *et al*, 1992, Gomez & Araujo, 2002, Amezcua & Muro-Torres, 2012).

En algunas especies de la familia Ariidae como *Cathorops o Arius melanopus*, *Ariopsis felix* y *Sciades Hertzbergii*, se hizo evidente que la época reproductiva los individuos de estas tienen una preferencia por los tramos más bajos de los cuerpos de agua (Yañez-Arancibia & Lara-Dominguez, 1988; Chacon, Alves, & Mesquita, 1994). Con respecto a *Ariopsis canteri* se encontró una relación con los índices IHS y factor de condición K de las hembras y también se hizo evidente que los individuos en estados maduros, desovados y espermiados fueron encontrados en su mayoría en la estación del pozo (E3) siendo esta una de las que presento menos profundidad lo que podría estar indicando que al igual que algunos Áridos esta presenta una preferencia por las partes más bajas del cuerpos de agua.

Araujo (1988) hace referencia que muchas especies de peces de aguas estuarinas, presentan su máximo desarrollo gonadal e incuban sus huevos en áreas o periodos de bajas salinidades, lo que concuerda con la especie *A.canteri* que aunque no presento una relación con los índices reproductivos a excepción de el IGS evaluado para las hembras, se pudo observar que durante los meses de su época reproductiva se muestra una clara disminución de la salinidad, este mismo resultado ha sido encontrado en especies de la familia Ariidae como *G.genedens* y *C.spixii* en la Bahía de Sepetiba, Rio de Janeiro donde los valores más altos del IGS se dieron cuando la salinidad en la Bahía fue menor (Gomes, *et al*, 1999), cabe resaltar que en un trabajo realizado a los machos de *B.marinus* la época de reproducción por parte de los machos de esta especie se presentó cuando había una mayor salinidad estos autores sugieren una amplia tolerancia de los alevines de *B.marinus*.

La relación que tiene la conductividad eléctrica del agua con la época reproductiva de la familia Ariidae, no es del todo clara en algunos estudios experimentales se ha llegado a la conclusión de que la disminución o un incremento de la conductividad eléctrica podría estar induciendo a la maduración gonadal y la regresión gonadal (Schugardt & Kirschbaum 2004). Con respecto a este trabajo se muestra que la conductividad eléctrica presento un aumento en la época reproductiva con respecto a los meses donde no hubo actividad reproductiva y además el índice IGS para hembras se encontró asociado con esta variable, lo que podría estar indicando que la maduración gonadal y desove de esta especie se presenta cuando hay

un aumento en la conductividad eléctrica, cabe resaltar que es necesario tener claro, si la disminución en esta variable está llevando a el aumento en la gonodrotomina que a su vez llevaría al desove de la especie y esto sería solo comprobado con mediciones en los cambios hormonales de la especie *A. canteri*.

El pH es un factor importante a tener en cuenta en los cuerpos de agua debido a el papel que desempeña en términos de contaminación, el estrés ácido puede colocar en peligro la vitelogénesis e incluso conducir a la insuficiencia del desove (Fromm P. , 1980), los niveles de pH encontrados durante los nueve meses de muestreos oscilaron entre 7,03 y 8,99 estos no se encuentran del todo dentro de los niveles óptimos para la conservación de flora y fauna en agua estuarinas como la CM donde los valores óptimos oscilan entre 6,5 a 8,5, se encontró una relación entre los índices (IGS,IHS y factor de condición K) para los machos de *A.canteri*, tambien se observ un aumento de esta variable para los meses donde se presentaron los picos más altos del IGS o máximos picos de madurez sexual tanto de hembras como machos lo que podría estar indicando que el aumento en el pH podría estar influenciando en la época reproductiva de la especie.

Una de las características que se necesita para que se dé el proceso de reproducción en los peces, son aguas de la mejor calidad con una buena cantidad de oxígeno disuelto, solidos suspendidos y bajos costos de filtración (Botero, 2005). La CM presento valores de OD entre 3,1 y 4,8 mg/L, siendo estos valores muy bajos para este tipo de sistemas donde lo idóneo serian valores superiores a 4 mg/L a pesar de esto es claro que la especie *A.canteri* sigue realizando el proceso de reproducción en este cuerpo de agua, no se encontró relación entre la variabe oxigeno disuelto y los inidices reproductivos a excepción de el IGS de las hembras.

Cabe resaltar que autores como Kunz en 2004 hacen alusión a que el tipo de coloración amarillenta a naranja en los huevos, está estrechamente relacionado con la presencia de carotenoides contenidos en el vitelo y en las moléculas de grasas y esta intensidad se ha asociado con las concentraciones de oxígeno presente en los cuerpos de agua donde se van a desarrollar las larvas, de tal manera que una intensa coloración de los huevos permitirá incrementar la sobrevivencia de las larvas en los que las condiciones de oxígeno disuelto son pobre, el cual podría ser el caso de la especie *A. canteri* donde se hizo evidente que la

coloración de sus huevos es amarilla casi naranjada y además se muestra un bajo nivel en los niveles de OD.

8. CONCLUSIONES

- *A. canteri* presentó una variación en los valores del IGS, mostrando sus máximos picos en los meses de septiembre, noviembre, enero, diciembre y valores bajos en octubre y febrero para hembras, en cuanto a la relación de este índice con el IHS no se evidenció una relación inversa. Para los machos los mayores valores del IGS se mostraron en los meses de septiembre, noviembre, diciembre y febrero, no se encontró una relación inversa con el IHS.
- La época reproductiva de *A.canteri* se presentó en los meses de septiembre hasta febrero, con dos picos muy marcados en el mes de diciembre y un desove en los meses de octubre y febrero para hembras, se evidenció una sincronización entre los sexos en la época reproductiva del pico arrojado en el mes de diciembre. *A.canteri* presento un tipo de desove sincrónico en dos grupos, la talla mínima de madurez fue de 27,3 y 25,6 cm para hembras y machos respectivamente, la talla media de madurez sexual para hebras fue de 32,84 cm y para sexos combinados de 31,09 cm. La fecundidad de *A.canteri* fue de 45 ovocitos, ha sido la más alta con respecto a la reportada para la especie en otras lagunas donde habita; la baja fecundidad es una característica de la familia Arridae, al tener una fecundidad baja los huevos presentaron gran tamaño y gran cantidad de vitelo que le permite una buena nutrición para los embriones y futuras larvas, siendo esto una estrategia para que la especie se perpetúe.
- *A. canteri* presento 5 estados gonadales, inamduro (I), inicio de maduración (II), en maduración (III) maduro(IV) y desovado(hembras) espermiado(machos) (V); se hicieron evidentes cambios puntuales durante el proceso de ovogénesis y espermatogénesis a nivel histológico.
- El chivo cabezón *A.canteri* se mantiene en la CM durante todo su ciclo de vida, debido a que fue encontrada evidencia histológica de todo el proceso de ovogénesis (desde ovogonias hasta ovocitos pos-ovulatorios) y espermatogénesis (espermatogonias hasta espermatozoides) durante los meses de muestreo, el índice reproductivo IGS para hembras se encontró asociado con las variables oxígeno

disuelto, salinidad y conductividad mientras que el IGS, IHS y factor de condición K para machos con la variable pH; se evidencio que durante la época reproductiva y temporada de desove se mostró una disminución de la temperatura y en los machos un aumento en esta variable producía la madurez de los testículos. Adicionalmente, se observó una disminución de la salinidad en la época reproductiva, la maduración gonadal desove y espermiación de esta especie se presenta cuando hay un aumento en la conductividad eléctrica.

9. RECOMENDACIONES

- Extender el estudio de la biología reproductiva de *A. canteri* a un año y de esta manera abarcar los meses de marzo, abril y mayo que no fueron evaluadas en esta investigación; para observar si en estos meses hay indicios de picos reproductivos o de desove para esta especie.
- *A. canteri* constituye una especie de gran importancia ecológica y pesquera en la CM, por lo cual se hace necesario revisar las talla mínima de captura, se recomienda a las entidades gubernamentales encargada de la regulación de los recursos pesqueros establecer que la talla mínima de captura sea mayor a 33 cm.
- Al ser una especie endémica de las costas Colombianas y además una especie catalogada en el libro rojo de peces marinos en peligro se hace necesario establecer épocas de veda para *A. canteri* con el fin de conservar este recurso ictico en el medio natural.
- Por ser el chivo cabezón *A. canteri* una especie nueva también se recomienda realizar estudios de la ecología trófica en las lagunas costeras estuarinas donde se encuentre.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Acero , A. (2002). Orden Siluriforme, Familia Ariidae. *Carpenter KE*, 831-852.
- Acero , A., & Betancur . (2006). Real identity of the northern Colombian endemic sea catfish *Galeichthys bonillai* Miles, 1945 (Siluriformes: Ariidae). *Cybium*, 215-219.
- Acero , P., Betancur , R., & Polanco, A. (2005). Diferenciación sexual temprana a nivel oseo en dos generos de bagres marinos (Pisces:Ariidae) del Caribe . *La salle Cienc. Nat*, 37-43.
- Amezcuca , F., & Muro-Torres, V. (2012). Biología reproductiva del bagre cominante *Occidentarius platypogon* (Pisces: Ariidae) en el sureste del golfo California . *Lat. Am. J. Aquat. Res*, 428-434.
- Araújo, F. G. (1988). Distribuição, abundância relativa e movimentos sazonais de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) no estuário da Lagoa dos Patos (RS), Brasil. *Bras. Zool.* 5, 509--543.
- Arboleda , L., Olivera , M., Tabares , C., Echeverri , A., & Serna , D. (2005). Maduración gonadal en las hembras de Sabaleta (*Brycon henni*) y su relación con variables mediambientales. *Politecnica N°1*, 95-103.
- Arrieta , L., & De la Rosa, j. (2003). Estructura de la comunidad íctica de la ciénaga de Mallorquin, Caribe Colombiano . *Bol. Invest.Mar.Cost.* 32 *Santa Marta, Colombia*, 231-242.
- Arrieta, L., & De la Rosa, J. (2003). Estructura de la comunidad íctica de la ciénaga de Mallorquin, Caribe Colombiano. *Bol. Invest.Mar.Cos* , 231-242.
- Bagenal, T., & Tesch, F. (1978). Methods for assessment of fish production in fresh waters. En T. Bagenal, & F. Tesch, *Methods for assessment of fish production in fresh waters* (págs. 101-136). Oxford, England: Blackwell Scientific Publications.
- Barbieri , L., Dos Santos , R., & Andreata, J. (1992). Reproductive biology of the marine catfish, *Genidens genidens* (Siluriformes, Ariidae), in the Jacarepagua Lagoon system, Rio de Janeiro, Brazil . *Environmental Biology of Fishes* , 23-35.
- Barbieri , R. L., Dos Santos , P. R., & Andreata , V. J. (1992). Reproductive biology of the marine catfish *Genidens genidens* (Siluriformes: Ariidae) in the Jacarepagua Lagoon system Rio de Janeiro, Brazil. *Environmental Biology of Fishes* , 35: 23-35.
- Barrios , A. j., & Luna , I. (2012). Bioacumulación de metales traza en *Mugil incilis* (Hancock 1830); una herramienta útil para el biomonitoreo de la contaminación

- metalica en el litoral costero del Departamento del Atlantico Colombia Mugil incilis . *Bioindicador de la Contaminación Metalica del Litoral Costero.costas* , 1,98-106.
- Billard , R. (1986). Spermatogenesis and spermatology of some teleost fish species . *Reprod. Nitri. develop*, 817-920 .
- Bohemen , C., Van , G., Lambeth , D., & Peute , J. (1981). Annual changes in plasma and liver in relation to vitelogenesis in the female rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *General and comparative Endocrinology*, 94-107.
- Bond, C. E. (1979). *Biology of fishes*. Philadelphia: W.S. Saunders Company .
- Botero, J. (2005). Reproducción artificial de peces marinos. En P. Victoria , M. Landines , & A. I. Sanabria , *Reproduccion de los peces en el trópico* (págs. 197-228). Bogota-Colombia.
- Carrillo, M., Zanuy , S., & Bayarri, J. (2009). El control ambiental de la reproduciión de los peces con especial referencia al control del ciclo sexual, de la pubertad y de la precocidad. En M. Carrillo , *La reproduccion de los peces: aspectos basicos y sus aplicaciones en acuicultura* (págs. 173-180). Madrid : FUNDACIÓN OBSERVATORIO ESPAÑOL DE ACUICULTURA CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO.
- Cervigon, F. (1994). Los peces marinos de Venezuela. . *Fundacion Cientifica los Roques, Caracas* , 295.
- Chacon, J., Alves , M., & Mesquita, M. (1994). Alguns aspectos da reprodução do bagre branco, *Selenapsis herzbergii* (Bloch 1794) Pisces: Ostariophysii Siluriformes, Ariidae . *Boletim Tecnico DNOCS*, 43-78.
- Chapman , F., Colle , D., Rottmann, R., & Shireman , J. (1998). Controlled spawning of the Neon Tetra. *The progressive Fish-culturist*, 69: 32-37.
- Collazos, L., & Arias-Catellanos , J. (2009). Estimulación a la maduración final y desove de *Ancistrus triradiatus*. *Orinoquia* , 14-19.
- Comish, D., & Smit , G. (1995). The correlation between environmental factors and the reproduction of *Oreochromis mossambicus* . *Watter SA Vol.21 No3* , 259-263.
- CORMAGDALENA-CRA- Uninorte . (1998). *Estudio de factibilidad de la recuperación de la ciénaga de Mallorcaín*. Barranquilla, 254: Inf. Ejecutivo, Corporacion Autonoma Regional del Atlantico.

- Criscuolo , E. (2005). Bases fisiológicas de la reproducción de los peces en el trópico. En P. Victoria-Daza, M. A. Landines , & A. I. Sanabria , *Reproduccion de los peces en el trópico* (págs. 1-241). Bogota .
- Dahl , G. (1971). *Los peces del norte de Colombia* . Bogota-391 p: INDERENA .
- Day , J., Hall, C., Kemp, M., & Yañez-Arancibia, A. (1989). Nekton, the free swimming consumers. In Estuarine ecology. In Estuarine ecology. *Wiley-Interscience, John Wiley and Sons*, 377-437.
- Daza , J., & Arciniegas , H. (2002). *Aislamiento, cultivo e identificación de microalgas planctónicas de la Ciénaga de Mallorquín* . Barranquilla : Trabajo de grado (Biólogo) Universidad del Atlantico .
- Ferreras , S. (2006). *Hidrodinamicas de lagunas costeras* . Mexico : Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada .
- Franco , R., & Leon , I. (2010). Geoquímica y concentraciones de metales pesados en un organismo de interés comercial (*Corbulacaribaea*. D'orbigny, 1842). En la zona submareal superficial de la ciénaga de Mallorquín Atlántico. *Bol. Cient. CIOH*, 69-83.
- Fromm , P. (1980). A review of some physiological and toxicological responses of freshwater fish to a acid stress . *Environ. Biol. Fishes* , 73-93.
- Fromm , P. O. (1980). A review of the some physiological and toxicological responses of freshwater fish of acis stress. *Environ. Biol. Fishes* , 79-93.
- Galvis , O. (1983). *Los áridos de la Cienga Grande de Santa Marta*. Bogota : Tesis de M.Sc. Fac. de Cienc. Univ. Nal. de Colombia .
- Galvis , O. (1984). Estimacion del crecimiento y mortalidad del chivo cabezon *Ariopsis bonillai* (Miles, 1945) (Pisces: Siluriformes : Arridae), en la cienaga Grande de Santa Marta, Colombia . *Ins. Mar. Punta. Betin* , 67-83.
- Galvis , O., Tellez , S., & Lora , A. (1992). *Contribución al conocimiento de las características medio-ambientales de la ciénaga de Mallorquín*. Bogota: VII. Semin. Nac. Cienc. Tecnol. Mar. CCO.
- Garcia , E., Peña-Osorio, K., Gómez- Ramírez , E., & Hurtado-Giraldo, H. (2014). Efecto del pH sobre la proporción oocitaria de *Paracheirodon axelrodi*, en cautiverio. *Orinoquia* , 25-37.

- GITA- UNIVERSIDAD DEL NORTE . (2005). *Análisis sobre el manejo integrado del recurso hídrico en la Ciénaga de Mallorquín* . Barranquilla : Universidad del Norte .
- Gomes , I. D., & Araujo , F. G. (2002). Influencia of the reproductive cycle on condition of marine catfishes (Siluriformes, Ariidae) in a coasta area at southeastern Brazil. *Enviromental Biology of Fishes*, 341-351.
- Gomes , I. D., Araújo, F. G., Azevedo, M. C., & Pessanha, A. L. (1999). Biología reproductiva dos bagres marinhos *Genidens genidens* (Valenciennes) e *Cathorops spixii* (Agassiz) (Siluriformes,Ariidae), na Baía de Sepetiba, Rio de janeiro, Brasil . *Revta bras. Zool.* 16 (Supl. 2), 171-180.
- Gomez , I. D., & Araujo, G. F. (2002). Biología reproductiva de dos bagres marinos (Siluriformes:Ariidae) en la Bahía de Sepetiba, Brasil.
- Granado , C. (1996). Ecología de Peces. Bogota, Colombia. *Mac-Graw Hil*.
- Grier , H. J. (1981). Cellular organization of the testis and spermatogenesis in fishes . *Am. Zool*, 345-457 .
- Grupo de Investigación en tecnologías del agua, U. d. (2005). *Análisis sobre el manejo integrado del curso hídrico en la Cienga de Mallorquín*. Barranquilla.
- Hepher , B., & Pruginin, E. (1982). Tilapi culture in ponds under controlled conditions. En R. Pulin , & R. Lowe-Mcconnell, *In The Biology and culture tilapias* (pág. 185). Manila : ICLARM.
- Hirt , L., & Flores , S. (1892). Estructura de los ovarios de *Pseudoplatystoma corruscans* (Agassiz, 1829) Pimeloidae. Siluriforme . *Inst. Pesca* 23(1), 203-212.
- Horvath , L. (1986). Carp oogenesis and the environment. En R. Billard, & J. Marcel, *En Aquaculture of Cyprinids* . Paris: INRA.
- Kailola , P., & Bussing , W. (1995). Ariidae. En W. Krupp, F. Scheider, W. Sommer, C. Carpenter, & V. Niem, *Guia FAO para loses de pesca. Pacífico centro-oriental* (págs. 860-886). Rome .
- Kucharczyk , D., Targońska, K., Żarski, D., Krejszeff, S., Kupren, K., Łuczyński, M., & Szczerbowski, A. (2010). The reproduction of Neon Tetra, *Paracheirodon innesi* (Myers, 1936), under controlled conditions. *Pol J Natur Sc*, 81-92.
- Kunz , Y. W. (2004). Developmental biology of teleost fishes . *The Netheriands* .

- Lagle , K., Bardach, J., & Miller , R. (1962). *Ichthyology*. New York-London: Jhon Wiley and sons, Inc.
- Lara , A. L., Yañez , A., & Amézcuca, F. (1981). Biología y ecología de bagre Arius melanopus Gunther en la laguna de terminos, Sur del Golfo de Mexico (Pisces:Ariidae). . *Anales del Centro del Mar y Limnología, Univerddad Nacional Autonoma, Mexico*, 267-304.
- Lara-Domínguez , A., Yañez-Arancibia, A., & Amezcua-Linares , F. (1980). Biología Y Ecología del bagre melanopus Gunter en la laguna de terminos, Sur del Golfo de México (Pisces:Ariidae) .
- Leon , L., & Padilla, K. (2008). Geoquímica y contaminación por metales pesados (Fe, Cu, Pb y Zn) en sedimentos intermareales y submareales en la Ciénaga de Mallorquín (Barranquilla-Colombia). . *Memorias del III Simposio Internacional de Medio Ambiente, I* (págs. 7-10). La Habana, Cuba : ISBN 959-7145-04-9. .
- Lluch, S. E., Aragón , E., Arreguín-Sánchez, F., Auriole-Gamboa, D., Bautista-Romero, J. J., Brusca , R., . . . Sierra-Beltrán, A. (2007). The Gulf of California: Review of ecosystem status and sustainability challenges . *Progress in Oceanography*, 1-26.
- Lopez Sanchez , M. (1969). *Contribucion al estudio de los peces Cheirodontnos (Familia Characidae) de Costa Rica y Panama: Genero Compsura y Pseudocheirodon* . Costa Rica : trabajo de pregrado. Univ de Costa Rica .
- Love , R. (1970). *The chemical biology of fishes*. Academic Press, London .
- Machado-Allison , A. (1987). *Los peces de los llanos de venezuela. Un ensayo sobre su historia natural* . Caracas: Universidad central de Venezuela, Caracas .
- Maldonado-Ocampo , J., Ortega , A., Usma , J. S., Galvis , G., Villa-Navarro , F., Vásquez , L., . . . Ardila , C. (2005). *Peces de los Andes de Colombia*. Bogota : Instituto de Investigación de Recursos Biológicos.
- Mangones-Cervantes , A., & Leon-Luna , I. (2014). Elementos nutritivos de la clorofila a y su relación con las variables físico químicas en la Ciénaga de Mallorquín, Colombia . *Biología. Inst.Oceanogr. Venezuela* , 127-141.
- Mangones-Cervantes, A., & Luna , I. (2014). Elementos nutritivos de la clorofila a y su relacion con las variables fisicoquimicas en la Ciénaga de Mallorquín, Colombia . *Bol.Inst. Oceanogr. Venezuela* , 53, 127-141.
- Marceniuk , A., & Ferraris , C. (2003). Ariidae. En R. Reis , S. Kullander , & C. Ferrarias , *Check list of the freshwater Fishes of South and Central America* (págs. 447-455). Porto Alegre: Edipucrs.

- Marceniuk , A., Acero , A., Cooke, R., & Betancur-R, R. (2017). Taxonomic revision of the new world genus *Ariopsis* Gill (Siluriformes: Ariidae), with description of two new species . *Zootaxa* , 01-42.
- Marin-Zambrana, B. (2000). Estado de los estuarios y lagunas costeras en Colombia año 2000. *Invemar*, 70-83.
- Meza , S., & Sepulveda, S. (2012). Efectos de la conductividad electrica y nivel del agua sobre la reproduccion de la cucha xenocara (*Ancistrus triradiatus*, Eigenmann 1918) bajo condiciones experimentales. *Vet. zootec.* (6), 37-46.
- Moreno, P. A., Vargas , Y., & Yie , T. (1945). Biología reproductiva del “chivo cabezón” *Ariopsis bonillai* Miles, 1945 (Pisces: Ariidae) en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe Colombiano. *Memorias IX Simposio Latino Americano de Ciencias del Mar*, (págs. 1-4). San Andrés Islas, Colombia .
- Moreno-Nuñez, P. (2012). *Espermatogenesis y oogenesis de la chucha verde amarilla Hemiancistrus subviridis capturada en inirida (Guainia)*. Bogota: Tesis Mag. Sc Facultad de medicina veterinaria y Zootecnia Universidad nacional de Colombia .
- Moyle , P., & Cech, J. (1988). Introduction to Ichthyology . En *Fishes* (pág. 559). Estados Unidos : Pretice Hall.
- Muñoz- Cueto, J. (2009). Cerebro y Reproducción en peces: bases neuronales y endocrinas . En *La reproduccion de los peces: aspectos básicos y sus aplicaciones en acuicultura* .
- Nelson , J. (1994). Fishes of the world. En *Fishes of the world* (págs. 1-600). Nueva York : Jhon Wiley y Sons .
- Olaya-Nieto, C., Segura, F., Tordecilla , G., & Appeldoorn, R. (2007). *ESTIMACION DE LOS PARAMETROS BIOLÓGICOS BÁSICOS DE PECES COMERCIALES DEL RIO SINU – II FASE*. Cordoba: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Oliva , J., Carbajal , W., & Tresierra, A. (1985). Reproduccion e histologia de gonadas en peces .
- Padilla , S. (2005). *Formas químicas de los metales pesados (Fe, Pb, Zn, Cu) y su relación con los macroinvertebrados bentónicos asociados al sedimento superficial de la Ciénaga de Mallorquín*. Barranquilla. 101 p : Trabajo de grado. Ciencias Básicas. Universidad del Atlántico .
- Palacio-Barrios , C. M. (2009). *Algunos aspectos reproductivos de las principales especies ícticas capturadas artesanalmente entre Tasajera y la bahia de Santa MARTA*,

Caribe Colombiano . Santa Marta : Fundacion universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano .

- Palacios-Barrios , C. M. (2009). *Algunos aspectos reproductivos de las principales especies ícticas capturadas artesanalmente entre Tasajera y la Bahía de Santa Marta, Colombia* . Bogota-Colombia: Trabajo de grado-TESIS.
- Pardo , F., Ospina, J., & Alvarez, R. (2003). Hábitos alimenticios de algunas especies ícticas de la bahía de Cartagena y aguas adyacentes, Colombia. *Asociación Colombiana Ictiología*, 69-78.
- Queiroga , F., Golzio, J., Dos Santos , R., Martins, T., & Vendel, A. (2012). Reproductive biology of *Sciades herzbergii* (Siluriformes: Ariidae) in a tropical estuary in Brazil. *Zoologia* 29(5), 397-404.
- Ramirez-Mosqueda , E., & Segura-Bertolini , E. (2007) . *Aspectos reproductivos el Bagre bandera Bagre marinus (Pisces: Ariidae) en la costa de Centla y Paraíso Tabasco*. Mexico: Tesis de Licenciatura. División Académica de Ciencias Biológicas. UJAT. 81p.
- Ramos , C., & Vargas , O. (2008). *Producción fitoplanctónica de la Ciénaga de Mallorquín-Atlántico entre los meses de septiembre noviembre 2007* . Barranquilla : Trabajo de grado. Ciencias Básicas .
- Ramos , J., & Vargas , K. (2007). *Producción Primaria Fitoplanctónica de la Ciénaga de Mallorquín - Atlántico entre los Meses de Septiembre a Noviembre de*. Barranquilla : Tesis de grado. Universidad del Atlántico, Facultad de Ciencias Básicas, Programa de Biología.
- Riaño , G., & Salazar , G. (1982). *Estudio preliminar de la ictiofauna de la Ciénaga de la Virgen con algunas anotaciones biotecnológicas*. Bogota : Tesis Biol. Mar, Univ. Jorge Tadeo Lozano .
- Rijnsdorp, A. (1994). Population regulating processes during the adult phase in flatfish. *Neth. J. Sea. Res* , 207-223.
- Rimmer , M. A., & Merrick, J. R. (1983). A review of reproduction and development in the fork-tailed castfishes (Ariidae). . *Proceedings of the Linnean Society of New South Wales* , 41-50.
- Rodríguez- Gutierrez , M. (1992). *Técnicas de la evaluación de la Madurez Gonádica en Peces*. Mexico : S.A .
- Rodríguez-Rubio, E. (2009). *Área oceanografía operacional-CCCP*. Proyecto MOHID.

- Rojas , J., Castro , V., & Pizarro, J. (1994). Epoca de desove, fecundidad y morfología en cinco especies ícticas (Pisces:Ariidae) de manglar en Costa Rica. *Biologia tropical*, 42, 751-754.
- Ruiz , V. (nd). Peces: Generalidades sobre su Biología y clasificación. En Ruiz, *Biología Marina y Oceanográfica: Conceptos y Procesos* (págs. 253-286).
- Saborido-Rey, F. (2004). *Ecología de la reproducción y potencial reproductivo en las poblacion de peces marinos* . Instituto de investigaciones Marinas (CSIX).
- Sandoval , L., Leal , J., Blanco , J., & Taborda , A. (2014). Hábitos alimenticios y aspectos del uso del hábitad por el chivo cabezon *Ariopsis* sp.(aff.assimilis) (Siluriformes : Ariidae), en una laguna costera neotropical (Ecorregion Darien, Colombia). *Actual Biol Vol. 37*, 295-306.
- Santos- Martínez , & A. (1998). Informe Proyecto Evaluación de los principales Recursos Pesqueros de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Costa Caribe Colombiana. *INVEMAR-COLCIENCIAS, Santa Marta, Colombia*.
- Segura-Bertolini, E. C. (2011). *Biología reproductiva de los machos de Bagre marinus (PISCES:ARIIDAE), en el Sureste del Golfo de México* . Mexico : Trabajo de grado,El colegio de la frontera Sur .
- Sloman , K. (2011). The diversity of fish reproduction. En A. Farrell, *Encyclopedia of Fish physiology: from genome to environment* (págs. 613-615). San Diego.
- Sloman , K. (2011). The diversity of the reproduction. En A. Farrell, *Encyclopedia of fish physiology* (págs. 613-615). San Diego .
- Sparre , P., & Venema, C. (1998). Introduction to tropical fish stock assessment. *Part 1. Manuel. FAO Fisheries Technical Paper N°1 306.1. Rev.2 Rome, FAO* , 407.
- Swanson , P., Yoshizaki, G., & Takeuchi, T. (2003). Biochemistry and physiology of gonadotropins . *Fish Physiology and biochemistry Vol 28*, 53-59.
- Taylor , W. (1986). Family Ariidae. *Springer- Verlag*, 211-213.
- Taylor , W., & Menezes , N. (1978). FAO species identification sheets for fishery purposes. . *FAO, Roma*, Var.
- Toro , M., & Villa , F. (1983). *Algunos aspectos de la historia de vida de Ariopsis bonillai (Miles) (Pisces: Ariidae) en la cienaga de Tesca*. Bogota : Tesis Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano .
- Tresierra, A., & Culquichicon, Z. (1993). Biología pesquera . *Concytec*, 432.

- Tyler, C. R., & Sumpter, J. P. (1996). Oocyte growth and development in teleosts. *Fish Biol and Fish*, 287-318.
- Valdes , M., & Muñoz, C. (2005). *Inventario de las especies ícticas en la cienaga de mallorquín (departamento del atlántico) durante una epoca de transicion climatica comprendida entre los meses de junio a agosto de 2004*. Barranquilla : Tesis de pregrado .
- Vazzoler , A. (1996). *Biologia de reproducao de peixes teleosteos:teoría e practica*. Neepelia Mariaga.
- Villacorta, M., & Saint, U. (1999). Structural indexes and sexual maturity of tamabaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Characiformes: Characidae) in central Amazon, Brasil. *Brasil Biol*, 637-652.
- Wallce , R., & Selman , k. (1981). Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleost. *Am. Zool*, 21, 325-343.
- West, G. (1990). Methods of assessing ovarian developmet in fishes . *Aust J. Mar.Freshwater Res*, 199-222.
- Yáñez , A., Curiel-Gómez, J., & Leyton , V. (1976). Prospección biológica y ecología del bagre marino *Galeichthys caerulescens* (Günther) en el sistema lagunar costero de Guerrero, México (Pisces: Ariidae). *Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. Méxic*, 125-180.
- Yañez-Arancibia , A., & Day , J. W. (1982). Coastal Lagoons. *Oceanologica* . En P. y. Lasserre, *Ecological characterization of Términos Lagoon-estuarine system in the Southern Gulf of México* (págs. 43-444). Mexico .
- Yañez-Arancibia , A., & Lara-Dominguez , A. (1988). Ecology of theree sea catfishes (Ariidae) in a tropical coastal ecosystem-Southern Golf of Mexico . *Marine Ecology Prodress*, 215-230.
- Yáñez-Arancibia , A., Curiel-Gomez , J., & De Yáñez , V. L. (1976). Prospección biológica y ecológica del bagre marino *Galeichthys caerulescens* (Gunther) en el sistema lagunar costero de Guerrero, México (Pisces: Ariidae). *Anales del Centro del Mar y Limnología*, 125-138.
- Zabala-Leal, I., Palacios-Salgado, D., Ruiz-Velazco, M., Nieto-Navarro, J. T., Cadena-Roa , M. A., Dominguez-Ojeda , D., . . . Valdez-González, F. (2019). Periodo reproductivo del bagre chihuil Bagre (Siluriformes: Ariidae) en el sureste del Golfo de California. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 21-27.

- Zanuy , S., & Carrillo , M. (1991). El control de la reproducción de los teleósteos y su aplicación en acuicultura . *Política Científica* , 29-34.
- Zanuy, S., Carrillo , M., Rocha, A., & Moles , G. (2009). Regulacion y control hormonal del proceso reproductor de los teleosteos. En Carrillo Manuel, *La reproducción de los peces: Aspectos basicos y su aplicacion en acuicultura* (págs. 134-153). Madrid: Fundacion observatorio español de acuicultura consejo superior de investigaciones científica s ministerio de n.
- Zavala-Leal, I., Palacio-Salgado, D., Ruiz-Velazco, M., Nieto-Navarro, J., Cadena-Roa, M., Dominguez-Ojeda, D., . . . Valdez-Gonzalez , F. (2019). Periodo reproductivo del Bagre Chihuil *Bagre panamensis* (Siluriformes: Ariidae) en el Sureste del Golfo de California. *Biología Marina y Oceanografía* , 21-27.

11.ANEXOS

Anexo 1: características macroscópicas y microscópicas de los ovarios de las especies *S.luniscutis* y *G.genidens*.

TABLE 1
Macroscopic and microscopic characteristics of the ovaries in S. luniscutis and G. genidens

Maturity stages	Macroscopic	Microscopic
Immature	Ovaries slender, whitish and translucent. Small, filiform, occupying less than one-third of abdominal cavity. Oocytes very small, not visible to bare eye.	Oogonia in a serial of ovarian lamellae. Oocytes in nucleolar chromatin and Perinucleolar stages with higher Frequency.
Mature I	White to pale cream color, subtle granulation visible to bare eye. Signs of enlargement take up half of abdominal cavity. Oocytes visible by bare eye .	Ovarian lamellae, oocytes from nucleolar Chromatin to cortical alveoli oocytes. This later in bigger number and size.
Mature II	Whitish-yellow, higher enlargement in the anterior portion than Mature I stage. Lobular, fills two-thirds of abdominal cavity. Oocytes mature.	Higher concentration of cortical alveoli oocytes. Presence of oocytes of all anterior stages.
Ripe	Yellowish, volumous, with blood vessels, taking up two-thirds of abdominal cavity. Oocytes vitellogenic, golden-yellow, higher diameter than Mature II stage.	Presence of vitellogenic oocytes and higher concentration of ripe.
Spent	Flaccid, wrinkled, showing smaller size than Ripe stage, occupying nearly half of abdominal cavity. Hemorrhagic appearance. Oocytes heterogeneous, some residual or in degeneration.	Post-ovulatory follicle in higher concentration.
Recovering	Pale cream color, with higher enlargement than to anterior stage, takes up less than one-third of abdominal cavity. Oocytes, showing a cream to brown color, some residual forming patches.	Presence of fibrous nodules. Presence of oocytes from oogonias to perinucleolar stages.

Anexo 2: características macroscópicas y microscópicas de los testículos de las especies *S.luniscutis* y *G.genidens*.

TABLE 2
Macroscopic and microscopic characteristics of the testis in S. luniscutis and G. genidens

Maturity stages	Macroscopic	Microscopic
Immature	Testis unrecognizable. Translucent. Filiform, enlarged, occupying less than one-third of abdominal cavity.	Testis formed by spermatogonia, not organized in tubules.
Mature I	Testis showing white to pink color, with a visible enlargement than Imature stage, occupying about one-third of abdominal cavity.	Testis arranged in tubules with spermatogonias, spermatocytes and spermatids.
Mature II	Testis white and developed, occupies less than half of abdominal cavity. Testis' weight heavier than Mature I stage.	Seminiferous tubules contain all spermatogenic cells, with highest concentration of spermatids.
Ripe	Highly developed, cream colored testis, occupying more than two-third of abdominal cavity.	Seminiferous tubules filled with spermatozoa, easily expelled out of testis under slightly pressure.
Spent	Flaccid gonad occupies nearly half of the abdominal cavity.	Testis in regression. Cells appear fused. Higher frequency of primary and secondary spermatocytes.
Recovering	Testis pale cream color, more consistent, occupying less than one-third of abdominal cavity.	Tubular reorganization, with frequent spermatogonias in formation.

Anexo 3: Tinción de rutina hematoxilina – eosina (Olivia *et, al.*1985).

PROCESAMIENTO DE MUESTRAS

1. RECEPCIÓN DE MUESTRAS

La recepción de las muestras fijadas en formol al 10%, colocados en cestillas rotuladas y se inicia con el procesamiento del tejido posteriormente su inclusión en parafina y luego el corte y coloración histológica básica con Hematoxilina- Eosina (coloración de rutina).

Los casos son procesados en un equipo “Tecnicon” o procesador de tejidos,

Los tres pasos del procesamiento de tejidos son:

1. Deshidratación
2. Aclaramiento
3. Infiltración

Son pasos secuenciales designados para remover toda el agua que se pueda extraer de los tejidos y reemplazarla con un medio que se solidifique para así permitir el corte de estos tejidos.

Para el paso de la deshidratación se prefieren los alcoholes isopropílico o etílico. El xileno, uno de los muchos agentes aclarantes, es generalmente usado para la inclusión rutinaria en parafina por su compatibilidad con muchos tipos y tamaños de especímenes¹. El proceso de infiltración se lleva a cabo con parafina que es una sustancia de tipo céreo compuesta por mezclas de hidrocarburos saturados de cadena larga y que pueden obtenerse con una amplia variación en su punto de fusión (40°-70° C) por lo común, las parafinas de uso habitual poseen una temperatura de fusión de 54-58°C.²

Una vez que se impregna el tejido con parafina y para realizar

LA INCLUSIÓN del mismo, se coloca en receptáculo (molde metálico) teniendo en cuenta la orientación del espécimen y se recubre con una parafina fundida, se deja endurecer para formar el bloque de parafina que incluye el tejido³. La confección de los

CORTES en Parafina consta de seis maniobras o pasos sucesivos⁴:

1. Retallado y enfriamiento del bloque
2. Fijación al Porta bloque.
3. Orientación del bloque.
4. Orientación de la cuchilla del Micrótopo y desbastado del Bloque.
5. Selección del espesor del corte.
6. Realización de las secciones.

Al realizar los cortes, estos se extienden en un baño de flotación completamente limpio con agua destilada.

Los cortes se colocan en porta objetos previamente rotulados con el número de caso y a continuación se inicia la

COLORACION mediante colorantes hidrosolubles que permiten diferenciar los diversos componentes celulares. Estos son los pasos a seguir:

- ✓ Desparafinar en el horno a 80° por 20min.
- ✓ Desparafinar en tres baños sucesivos de xilol, durante 5 minutos c/u.
- ✓ Hidratar en tres cambios sucesivos de isopropanol, durante 20 inmersiones en c/u.
- ✓ Enjuagar en agua corriente.
- ✓ Colorear con hematoxilina de Harris, el tiempo depende del uso de esta.
- ✓ Enjuagar en agua corriente hasta eliminar el exceso de colorante.
- ✓ Diferenciar con cuidado en alcohol ácido al 1%, 1-3 inmersiones.
- ✓ Acentuar con agua amoniacal al 0.5% de 1 a 2 inmersiones hasta que los cortes tengan una tonalidad azulosa.
- ✓ Enjuagar cuidadosamente con abundante agua corriente.
- ✓ Colorear con eosina* durante 1 – 2 minutos.
- ✓ Enjuagar con abundante agua corriente.
- ✓ Deshidratar en 3 baños sucesivos de isopropanol haciendo de 10 a 15 inmersiones en c/u.
- ✓ Aclarar en 3 baños de xilol.

- ✓ Montar con resina sintética de alta calidad (entellan o su equivalente).
- ✓ Rotular.

*Las solución de la batería de coloración se deben cambiar por lo menos una vez a la semana.